



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE
ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS
PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
DEL DISTRITO DE TARACO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

202



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE
ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS
PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
DEL DISTRITO DE TARACO 2025

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SPASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1653-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12864 presentado por el (la) Bachiller: **CARLOS CUTIPA PALOMINO** 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. **CARLOS CUTIPA PALOMINO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 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 mérito 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° 23733 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** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

ARTICULO SEGUNDO. RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO. APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **CARLOS CUTIPA PALOMINO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 11 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - 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
D. OSCAR V. VIALMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



cc:
Archivo
interesado (a)



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 813-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 913 por el señor (a): **CARLOS CUTIPA PALOMINO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 640- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 048- 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): **CARLOS CUTIPA PALOMINO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 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° 048- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 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): **CARLOS CUTIPA PALOMINO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 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), M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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. VIANONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 555-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 7004, presentado por el señor (a) CARLOS CUTIPA PALOMINO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 419 -2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 002-2025 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): CARLOS CUTIPA PALOMINO ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 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 de la propuesta de investigación formato N° 002-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 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 mérito 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): CARLOS CUTIPA PALOMINO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 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 M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.

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. VILAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Yully Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo 2025
Investigación (a)



CARLOS CUTIPA PALOMINO

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES D...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:553757627

Fecha de entrega

6 feb 2026, 11:19 GMT-5

Fecha de descarga

10 feb 2026, 11:58 GMT-5

Nombre del archivo

T036_71348610_T.docx

Tamaño del archivo

14.0 MB

193 páginas

33.181 palabras

184.078 caracteres



14% 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
- 13%  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	
INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	CARLOS CUTIPA PALOMINO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71348610
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-1723-9883
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
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	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
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	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Taraco Distrito: Taraco Latitud: S 15° 17' 56" Longitud: O 69° 58' 42"  https://maps.app.goo.gl/LPqdUnT5A3hbb6JD7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 - Diciembre 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



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTIZAJE Y CULTURA"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Cesar A. Cuervo Najar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CARLOS CUTIPA PALOMINO, identificado con DNI
Nro. 71348610, 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:

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE

TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL

DEL DISTRITO DE TARACO 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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 29 de diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mí mismo, el soñador que nunca se rindió. Esta tesis es el esfuerzo de mi compromiso conmigo mismo, a mis capacidades y el orgullo de haber llegado a esta etapa.



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento. A mi tutor por su orientación, apoyo y valiosas recomendaciones. Y a mi amigo, que contribuyeron con su conocimiento y esfuerzo.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática.....	15
1.2	Planteamiento del problema.....	16
1.2.1	Problema general	16
1.2.2	Problemas específicos.....	16
1.3	Objetivos de la investigación	17
1.3.1	Objetivo general	17
1.3.2	Objetivos específicos.....	17
1.4	Justificación de la investigación.....	17
1.4.1	Justificación técnica.....	17
1.4.2	Justificación económica.....	18
1.4.3	Justificación social	18
1.4.4	Justificación ambiental.....	19
1.5	Hipótesis de la investigación	19
1.5.1	Hipótesis general.....	19
1.5.2	Hipótesis específicas.	19
1.6	Variables e indicadores.	20
1.6.1	Variable independiente	20



1.6.2	Variable dependiente	20
1.7	Operacionalización de variables.....	21

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	22
2.1.1	Antecedentes internacionales	22
2.1.2	Antecedente nacional	24
2.1.3	Antecedente de ámbito local.....	26
2.2	Bases teóricas.....	29
2.2.1	Adobe tradicional	29
2.2.1.1	Composición básica: tierra, agua y fibras naturales.	29
2.2.1.2	Propiedades físicas y mecánicas comunes.	30
2.2.1.3	Importancia cultural y social del adobe en comunidades andinas	31
2.2.2	Limitaciones del Adobe Tradicional	32
2.2.2.1	Vulnerabilidad ante humedad y variaciones climáticas.....	33
2.2.2.2	Problemas estructurales comunes: baja resistencia a compresión y flexión	33
2.2.2.3	Necesidad de mejoramiento para mayor durabilidad.....	34
2.2.3	Aditivos Naturales en Materiales de Construcción	35
2.2.3.1	Definición de aditivos naturales y su función	36
2.2.3.2	Ventajas frente a aditivos químicos (sostenibilidad, costo, accesibilidad).	36
2.2.4	Tipos de Aditivos Naturales Utilizados en Adobe	37
2.2.4.1	Fibras vegetales: características y efectos en el adobe.....	38
2.2.4.2	Cenizas orgánicas: propiedades químicas y mecánicas.....	38
2.2.5	Ceniza de Estiércol.....	39
2.2.5.1	Procedencia y proceso de obtención de la ceniza de estiércol	40
2.2.5.2	Compuestos químicos presentes y su efecto en materiales de construcción.....	40
2.2.6	Influencia sobre Propiedades del Adobe.....	41
2.2.6.1	Estabilización y mejora de la cohesión	42
2.2.6.2	Impacto en la resistencia mecánica y durabilidad.....	42



2.2.7	Fibra de Totora	43
2.2.7.1	Descripción de la Planta y Características de la Fibra	44
2.2.7.2	Origen geográfico y características físicas	45
2.2.7.3	Propiedades mecánicas relevantes para su uso en construcción	45
2.2.8	Función como Refuerzo en Adobe	46
2.2.8.1	Mecanismos de refuerzo: absorción de esfuerzos y prevención de fisuras	47
2.2.8.2	Influencia en la resistencia a la flexión y compresión	47
2.2.9	Propiedades Físico-Mecánicas del Adobe Mejorado	48
2.2.9.1	Resistencia a la Compresión	49
2.2.9.2	Importancia para la estabilidad estructural	49
2.2.9.3	Modificación mediante aditivos naturales	50
2.2.10	Resistencia a la Flexión	51
2.2.10.1	Prevención de grietas y fisuras	51
2.2.10.2	Efecto de las fibras vegetales	52
2.2.11	Absorción de Agua y Durabilidad	53
2.2.12	Sostenibilidad y Uso de Recursos Locales	55
2.3	Marco conceptual	56

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de investigación	59
3.2	Tipo de la investigación	59
3.3	Nivel de la investigación	60
3.4	Diseño de la investigación	60
3.5	Método de la investigación	61
3.6	Población y muestra de la investigación	61
3.6.1	Población	61
3.6.2	Muestra	62
3.7	Técnicas e instrumentos	64
3.7.1	Técnicas	64
3.7.2	Instrumentos de recolección de datos investigación	65



3.8 Validación y confiabilidad del instrumento	66
3.8.1 Validación de los instrumentos	66
3.8.2 Confiabilidad de instrumentos.....	67
3.9 Plan de recolección y procesamiento de datos.....	67
3.9.1 Desarrollo de plan de investigación	67
3.9.2 Etapa de campo	74
3.9.3 Etapa de laboratorio	76
3.9.4 Etapa de gabinete.....	84

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados apreciados al realizar los ensayos	86
4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas de un adobe convencional.....	87
4.1.2 Evaluación de alteraciones físicas de los adobes modificados	99
4.1.3 Propiedades mecánicas del adobe con adición de ceniza de estiércol y fibra de totora en dosificaciones variables	112
4.2 Discusión de Resultados.....	122
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES.....	128
REFERENCIAS	129
ANEXOS	135



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	21
Tabla 2 Cantidad de materiales según ensayos	63
Tabla 3 Propiedades químicas de la ceniza de estiércol	71
Tabla 4 Propiedades químicas de la fibra de totora	72
Tabla 5 Cantidades de material adicionado a las muestras convencionales.....	73
Tabla 6 Mediciones de consistencia y estabilidad en muestras de suelo 01	89
Tabla 7 Mediciones de consistencia y estabilidad en muestras de suelo 02	89
Tabla 8 Mediciones de consistencia y estabilidad en muestras de suelo 03	90
Tabla 9 Presencia de agua en los elementos de estudio	91
Tabla 10 Ensayo de absorción sobre las muestras naturales	91
Tabla 11 Determinación de succión del adobe de tipo tradicional.....	92
Tabla 12 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada (largo) ...	93
Tabla 13 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada (ancho) ..	93
Tabla 14 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada (altura) ..	94
Tabla 15 Valoración de los efectos de alabeo en la muestra natural	95
Tabla 16 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión en el día 7 ..	96
Tabla 17 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión en el día 14.	96
Tabla 18 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión en el día 28.	97
Tabla 19 Registros de los valores de tracción para las muestras sometidas a prueba 7.	97
Tabla 20 Registros de los valores de tracción para las muestras sometidas a prueba 14	98
Tabla 21 Registros de los valores de tracción para las muestras sometidas a prueba 28	99
Tabla 22 Nivel de humedad de los especímenes	100
Tabla 23 Absorción de los testigos con dosificación variable de CE y FT	103



Tabla 24 Evaluación de la succión en los testigos con CE y FT (3%, 6% y 9%)	104
Tabla 25 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (largo)	105
Tabla 26 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (largo)	106
Tabla 27 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (ancho)	107
Tabla 28 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (ancho)	107
Tabla 29 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (alto)	109
Tabla 30 Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (alto)	109
Tabla 31 Valoración de los efectos de alabeo en la muestra natural + CE + FT	111
Tabla 32 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión sobre las muestras analizadas	113
Tabla 33 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión sobre las muestras analizadas	114
Tabla 34 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión sobre las muestras analizadas	116
Tabla 35 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de tracción sobre las muestras analizadas	117
Tabla 36 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de tracción sobre las muestras analizadas	119
Tabla 37 Resultados mecánicos derivados de los ensayos de tracción sobre las muestras analizadas	120
Tabla 38 Cuadro comparativo de los resultados frente a los antecedentes	124





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Distrito de Taraco	62
Figura 2	Ceniza de estiércol.....	69
Figura 3	Proceso de recolección	70
Figura 4	Ceniza de estiércol.....	70
Figura 5	Procesamiento de fibra de totora	72
Figura 6	Preparación de la fibra de totora	73
Figura 7	Rango de tamizaje del material particulado - 01.....	87
Figura 8	Rango de tamizaje del material particulado - 02.....	88
Figura 9	Rango de tamizaje del material particulado - 03.....	88
Figura 10	Comparativa de los niveles de humedad de las distintas muestras	102
Figura 11	Gráfico de absorción de los testigos convencionales con CE y FT	103
Figura 12	Succión de los diferentes tipos de adobe (resumen)	104
Figura 13	Valores del comportamiento de una muestra en cuanto a la variación dimensional (largo)	106
Figura 14	Valores del comportamiento de una muestra en cuanto a la variación dimensional (ancho)	108
Figura 15	Valores del comportamiento de una muestra en cuanto a la variación dimensional (alto)	110
Figura 16	Valores promedios del comportamiento de acuerdo al alabeo de las distintas muestras.....	111
Figura 17	Distribución de los valores de resistencia a compresión logrados	113
Figura 18	Distribución de los valores de resistencia a compresión logrados	115
Figura 19	Distribución de los valores de resistencia a compresión logrados	116
Figura 20	Distribución de los valores de resistencia a la tracción logrados en kg/cm ² .	118
Figura 21	Distribución de los valores de resistencia a la tracción logrados kg/cm ²	119
Figura 22	Distribución de los valores de resistencia a la tracción logrados kg/cm ²	121



RESUMEN

El presente estudio titulado "Influencia de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco 2025" tuvo como objetivo general evaluar el impacto de estos materiales naturales sobre las propiedades físicas y mecánicas del adobe convencional. La metodología del estudio siguió un enfoque cuantitativo, con un tipo aplicada, un nivel explicativo, utilizando un diseño experimental validado por el método científico, elaborándose muestras de adobe tradicional con distintos porcentajes de ambos materiales, realizando ensayos físicos y mecánicos a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados obtenidos revelaron mejoras notables respecto al adobe convencional; específicamente, las muestras con 9% de fibra de totora alcanzaron resistencias a la compresión de hasta 16.16 kg/cm² y a la tracción superiores a 1.40 kg/cm². Asimismo, la incorporación de ceniza de estiércol redujo significativamente el alabeo, mejorando la estabilidad dimensional del adobe. En conclusión, la adición conjunta de estos materiales demostró fortalecer y optimizar el adobe tradicional de forma eficaz y sostenible, conservando su identidad cultural y brindando bases sólidas para futuras investigaciones aplicadas a contextos similares.

Palabras Clave: Ceniza, estiércol, fibra de totora, propiedades del adobe.



ABSTRACT

This study, entitled "Influence of the Incorporation of Manure Ash and Totora Fiber on the Properties of Traditional Adobe in the Taraco District 2025," aimed to evaluate the impact of these natural materials on the physical and mechanical properties of conventional adobe. The study methodology followed a quantitative approach, with an applied type and an explanatory level, using an experimental design validated by the scientific method. Samples of traditional adobe were prepared with varying percentages of both materials, and physical and mechanical tests were performed after 7, 14, and 28 days of curing. The results revealed notable improvements compared to conventional adobe; specifically, the samples with 9% totora fiber achieved compressive strengths of up to 16.16 kg/cm² and tensile strengths exceeding 1.40 kg/cm². Furthermore, the incorporation of manure ash significantly reduced warping, improving the dimensional stability of the adobe. In conclusion, the combined addition of these materials proved to effectively and sustainably strengthen and optimize traditional adobe, preserving its cultural identity and providing a solid foundation for future applied research in similar contexts.

Keywords: Ash, manure, totora fiber, properties of adobe.



INTRODUCCIÓN

El adobe tradicional es uno de los materiales constructivos más antiguos y representativos en distintas culturas del mundo, presente especialmente en comunidades rurales e indígenas por su accesibilidad, bajo costo y adecuación a las condiciones climáticas locales. En el distrito de Taraco, ubicado en la región altiplánica del Perú, este material ha sido empleado durante generaciones, destacando por su buen comportamiento térmico y acústico. Sin embargo, el adobe convencional presenta limitaciones en resistencia estructural y durabilidad frente a agentes externos como la humedad, la erosión y las variaciones climáticas, lo que restringe su uso en construcciones de larga vida útil.

En este contexto, surge la necesidad de mejorar las propiedades del adobe mediante la incorporación de materiales alternativos y sostenibles disponibles en la zona. El presente estudio tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la ceniza de estiércol y la fibra de totora en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional del distrito de Taraco durante el año 2025. De forma específica, se buscó (1) determinar las propiedades iniciales del adobe convencional fabricado en la localidad, (2) analizar el efecto de distintos porcentajes (3%, 6% y 9%) de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre la estabilidad dimensional y resistencia al alabeo, y (3) evaluar su impacto en la resistencia a compresión y tracción del material.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con nivel explicativo y diseño experimental sustentado en el método científico. Se elaboraron distintas mezclas con las proporciones definidas de aditivos, realizándose ensayos físicos y mecánicos a los 7, 14 y 28 días de curado. Estos procedimientos permitieron determinar, de manera objetiva, las mejoras obtenidas en comparación con el adobe convencional.

Así, el estudio propone una alternativa técnica y sostenible basada en el aprovechamiento de recursos locales, orientada a fortalecer las propiedades del adobe y prolongar su vida útil. De esta manera, busca contribuir a la preservación de prácticas



constructivas tradicionales, al uso responsable de materiales naturales y al desarrollo económico de las comunidades del distrito de Taraco, ofreciendo fundamentos sólidos para futuras investigaciones y aplicaciones constructivas más duraderas y resilientes.

Capítulo I: Este capítulo describe el contexto del adobe tradicional en la construcción, su importancia histórica y cultural en Taraco, y los problemas actuales de su uso. Se destaca la relevancia de incorporar materiales sostenibles locales, como la ceniza de estiércol y la fibra de totora, para mejorar el adobe. Se presentan los objetivos del estudio y una introducción a la metodología.

Capítulo II: Se revisa teóricamente el adobe tradicional, detallando sus propiedades físicas y mecánicas, ventajas y limitaciones. Se examinan investigaciones previas sobre el uso de materiales reciclados y naturales, como la ceniza de estiércol y la fibra de totora, para mejorar el adobe. Se introducen conceptos de sostenibilidad, economía circular y uso de recursos locales.

Capítulo III: Este capítulo explica la metodología utilizada, con un enfoque cuantitativo y de investigación aplicada. Se detalla el diseño experimental y la preparación de muestras con diferentes porcentajes de ceniza de estiércol y fibra de totora. Se describen los ensayos físicos y mecánicos realizados para medir resistencia a la compresión, tracción y alabeo en distintos tiempos de curado.

Capítulo IV: Se presentan los resultados de los ensayos, comparando los adobes modificados con los tradicionales. Se analizan las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del adobe, como resistencia estructural y estabilidad dimensional. Finalmente, se destacan las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones y aplicaciones en Taraco y contextos similares.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En el ámbito global, la búsqueda por métodos constructivos que respeten el medio ambiente ha cobrado una importancia creciente, especialmente ante el impacto negativo que la industria de la construcción genera sobre el planeta. Diversas organizaciones internacionales han impulsado el rescate y la mejora de técnicas ancestrales que utilicen materiales naturales, procurando que sean más resistentes y duraderos. Sin embargo, uno de los principales desafíos radica en mejorar las propiedades de estos materiales sin perder sus cualidades ecológicas, lo que demanda innovaciones que combinen tradición y ciencia (Sumerente et al. 2020).

A nivel nacional, el Perú enfrenta la necesidad de fortalecer su arquitectura tradicional, especialmente en áreas rurales donde el adobe sigue siendo el recurso más empleado. La vulnerabilidad del adobe ante condiciones climáticas adversas como la humedad excesiva y los cambios térmicos representa un problema recurrente, que afecta la estabilidad y seguridad de las construcciones. A pesar de esto, aún existe una carencia de tecnologías accesibles y adaptadas culturalmente que mejoren el rendimiento del adobe utilizando insumos locales, lo cual limita el desarrollo de soluciones constructivas más eficientes y sostenibles (Abat, 2022).

En el plano local, en el distrito de Taraco, la producción artesanal del adobe se mantiene sin la incorporación sistemática de materiales que puedan reforzar su resistencia y durabilidad. La ausencia de estudios específicos que evalúen el potencial de recursos autóctonos como la ceniza de estiércol y la fibra de totora constituye una brecha significativa para la mejora de la calidad del adobe regional. Esta situación afecta directamente la calidad de vida de sus habitantes, al no contar con viviendas suficientemente protegidas frente a las condiciones climáticas propias de la zona, y dificulta la innovación en técnicas constructivas tradicionales (Carrasco, 2019).

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco 2025?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas en el distrito de Taraco?
2. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco?
3. ¿Cuál es el impacto de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades mecánicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas en el distrito de Taraco.
2. Explicar la influencia de la aplicación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.
3. Explicar el impacto de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades mecánicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

El adobe tradicional, aunque ampliamente valorado por su uso histórico y cultural, presenta limitaciones técnicas que afectan su desempeño en condiciones adversas, como la exposición constante a la humedad, cambios térmicos y esfuerzos mecánicos. Estas condiciones pueden provocar la erosión progresiva y la pérdida de integridad estructural del material. En tanto la inclusión de elementos naturales como ceniza de estiércol y fibra de totora puede representar una solución técnica innovadora. La ceniza de estiércol aporta propiedades químicas que pueden favorecer la estabilización y compactación del adobe, mientras que la fibra de totora actúa como ayuda interno que mejora la resistencia. La sinergia entre estos aditivos puede resultar en un material con mayor cohesión, menor

porosidad y mejor comportamiento frente a la absorción de agua, extendiendo la vida útil de las construcciones y reduciendo la necesidad de reparaciones frecuentes.

1.4.2 Justificación económica

Desde una óptica económica, el aprovechamiento de materiales locales como la ceniza de estiércol y la fibra de totora representa una alternativa altamente favorable para comunidades con recursos limitados. Estos insumos no requieren procesos industriales ni transporte a largas distancias, lo que minimiza los costos asociados a la producción del adobe mejorado. Además, al mejorar las propiedades del adobe, se incrementa la durabilidad de las edificaciones, lo que traduce en un menor gasto en mantenimiento, reparaciones y reconstrucciones a lo largo del tiempo. Esta reducción en costos fomenta la autosuficiencia y mejora la capacidad económica de las familias, permitiendo que los recursos sean destinados a otras necesidades básicas o inversiones comunitarias. Asimismo, la creación de valor agregado en la producción local de adobe puede estimular actividades económicas complementarias, como la recolección, procesamiento y comercialización de estos materiales naturales.

1.4.3 Justificación social

La mejora del adobe tradicional tiene un impacto significativo en el ámbito social, pues no solo contribuye a la conservación de las técnicas ancestrales de construcción, sino que también fortalece la cohesión comunitaria y el sentido de identidad cultural. Al emplear recursos naturales propios de la región, se promueve la valoración del conocimiento local y la participación activa de los habitantes en la mejora de sus viviendas. Este proceso fomenta la transferencia intergeneracional de saberes y el fortalecimiento de redes sociales que sustentan la resiliencia comunitaria. Además, contar con viviendas más resistentes frente a condiciones climáticas extremas mejora la seguridad y el bienestar de las familias, disminuyendo la vulnerabilidad ante desastres naturales. Esto se traduce en una mayor

estabilidad emocional y social, además de contribuir a la reducción de la migración forzada por razones habitacionales.

1.4.4 Justificación ambiental

La dimensión ambiental de esta investigación es particularmente relevante, ya que promueve una construcción sustentable basada en la reutilización y valorización de materiales naturales locales. El uso de ceniza de estiércol, un subproducto que de otro modo podría representar un residuo contaminante, y la fibra de totora, una planta renovable y abundante en la región, permite minimizar la extracción y consumo de recursos no renovables. Además, el adobe mejorado mantiene su característica biocompatibilidad, permitiendo una interacción armoniosa con el entorno natural. Esto contribuye a la protección del ecosistema local, la conservación de la biodiversidad y la promoción de un desarrollo territorial sostenible, alineado con los objetivos globales de mitigación del cambio climático y manejo responsable de los recursos naturales.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La influencia de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora mejorará las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco 2025.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. Las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas en el distrito de Taraco, no cumplen las recomendaciones mínimas de la normativa E.080.
2. La influencia de la aplicación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables mejorará las propiedades físicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.



3. El impacto de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables incrementará las propiedades mecánicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 *Variable independiente*

V.I. 01: Ceniza de Estiércol

V.I. 02: Fibra de Totora

Indicadores:

- Adición de ceniza de estiércol en 3%, 6% y 9% respecto al peso seco de la mezcla.
- Adición de fibra de totora en 3%, 6% y 9% respecto al peso seco de la mezcla.

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades del adobe tradicional

Dimensiones:

- Absorción
- Succión
- Variación dimensional
- Alabeo
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

V. Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
1. Ceniza de estiércol	Es el residuo sólido que queda después de la combustión del estiércol animal. Contiene minerales que pueden actuar como estabilizantes.	Proporción adición de CE	Ceniza de Estiércol 3% 6% 9%	Ceniza de estiércol 3-9%	Balanza de precisión	Nominal
2. Fibra de totora	Es una fibra natural extraída de la planta acuática totora, típica de zonas lacustres andinas. Se utiliza como refuerzo en materiales de construcción debido a su resistencia y flexibilidad.	Proporción de adición de FT	Fibra de Totora 3% 6% 9%	Fibra de totora 3-9%		
V. Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades del adobe tradicional	Son las características físicas, mecánicas y térmicas que definen el comportamiento del adobe, como su resistencia a la compresión, absorción de agua, aislamiento térmico y cohesión, las cuales determinan su desempeño como material de construcción en contextos tradicionales.	Absorción.	%	< 22%	E.070	Continua
		Succión.	Gr/min	< 20gr/min	E.070	Continua
		Variación D.	%	± 3%	E-070	Continua
		Alabeo	Mm	< 4 mm	E-070	Continua
		Resistencia a la compresión	Kg/cm2	> 10 kg/cm2	E.070	Continua
		Resistencia a la tracción	Kg/cm2	0 - 3 Kg/cm2	E.070	Continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Para, Dharek et al. (2022) en su trabajo titulado "Investigaciones experimentales sobre la utilización de ceniza de bagazo en ladrillos de adobe", los investigadores de todo el mundo se han centrado principalmente en el uso de desechos industriales y agrícolas como materia prima activa. La utilización de estos subproductos y materiales de desecho puede resultar en ahorros de costos al tiempo que aborda los problemas de sostenibilidad y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. Este estudio se concentró en la producción de ladrillos sin consultar ambientalmente sostenibles, denominados ladrillos de adobe, que emplean a los desechos agrodamáticos de fábricas de azúcar, a saber, cenizas de bagazo de caña de azúcar. El estudio investigó la efectividad de los ladrillos de adobe integrados con cenizas de bagazo de caña de azúcar y se estabilizó con cemento. Este estudio empleó tierra de origen local desde el área norte de Bengaluru. Los ladrillos de adobe se fabricaron variando el porcentaje de cenizas de bagazo de caña de azúcar del 0% al 60% en incrementos del 10%. Las propiedades de ingeniería de estos ladrillos de adobe, como resistencia a la compresión, absorción de agua, densidad seca y resistencia a la flexión, se evaluaron de conformidad con los requisitos codal. La inclusión del 30% de

cenizas de bagazo de caña de azúcar en ladrillos de adobe produjo resultados positivos y se adhirió a los estándares regulatorios establecidos por la legislación india.

En un estudio realizado por Sasui et al. (2018) titulado "Los efectos de la cáscara de arroz cruda y la ceniza de cáscara de arroz en la resistencia y durabilidad de los ladrillos de adobe", las casas de adobe son una forma significativa de vivienda en numerosas áreas de bajos ingresos en las naciones emergentes. Una desventaja significativa de los ladrillos de adobe es su resistencia y resistencia inadecuada contra la humedad, lo que puede provocar la degradación del material y la falla estructural. Para mejorar las características de Adobe, el suelo utilizado para la producción de ladrillos se complementa ocasionalmente con aditivos naturales o sintéticos. La cáscara de arroz es una adición natural utilizada con frecuencia en formas crudas y de cenizas como estabilizador para varios materiales de construcción debido a sus propiedades puzolánicas. Este estudio examina y contrasta los efectos de la cáscara de arroz cruda (RRH) y la ceniza de la cáscara de arroz quemada de montón (RHA) como estabilizadores en la resistencia a la compresión, la estabilidad, la absorción de agua y la contracción volumétrica de las muestras de adobe. El estabilizador, ya sea RRH o RHA, se utilizó en una proporción del 2% del peso seco del suelo. Los resultados indicaron una ganancia notable en el rendimiento para las muestras que contienen RRH; Sin embargo, no se observó mejora para el RHA. Esto indica que la temperatura de combustión elevada en el montón disminuyó las características cementitivas de RHA. El estudio demuestra que el uso de la cáscara de arroz cruda como estabilizador es más eficiente que aplicar cenizas de cáscara de arroz quemada por el montón para construir construcciones locales de adobe en regiones propensas a inundaciones y lluviosas.

Finalmente para, Zhang et al. (2021) y su estudio titulado "Propiedades de la suspensión de silicato de potasio/ceniza volante utilizada en la conservación de estructuras de adobe", este estudio realiza un examen exhaustivo para evaluar la viabilidad de emplear PS-F (silicato de potasio con altos módulos-cenizas volantes) en la conservación de las

construcciones de adobe. La relación de mezcla ideal (0.47) se determinó con un medidor de flujo. El programa experimental se dividió en dos segmentos: el primer segmento analizó los cambios en las propiedades físicas y mecánicas asociadas con el aumento en el tiempo de ajuste evaluando el contenido de humedad, la resistencia a la compresión y la flexión, la velocidad de onda elástica, la densidad y la porosidad; El segundo segmento evaluó la durabilidad de la lechada PS-F a través de ciclos de temperatura y humedad, ciclos de congelación-descongelación, estabilidad del agua, pruebas de tracción y evaluaciones de resistencia álcali. Los resultados demuestran que el proceso de consolidación que emplea la suspensión cumple con los estándares para aplicaciones de conservación y proporciona una fuerza de anclaje inmediata, mientras que la lechada y la masa del suelo de las estructuras a base de adobe muestran una compatibilidad ventajosa en las propiedades físicas y mecánicas. La suspensión tiene una considerable resistencia a los ciclos de congelación-descongelación, variaciones de temperatura de humedad y estrés por tracción, aunque muestra solo resistencia moderada a las soluciones álcali y la inmersión en el agua. En conclusión, una suspensión PS-F con una relación de mezcla de 0.47 es adecuada para la conservación de las estructuras de adobe.

2.1.2 Antecedente nacional

Para, Sandoval (2021) su tesis "Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal", el objetivo principal de esta investigación es integrar cenizas de carbón y cal en proporciones basadas en peso en relación con el adobe, para evaluar su erosión y resistencia. El desarrollo de la investigación se centró en el distrito de Túcume, comenzando con las pruebas in situ para seleccionar el material, realizando posteriormente estudios de laboratorio para determinar el suelo mejor adecuado para la fabricación de adobe. En contraste, se obtuvieron las cenizas de carbón de la extracción de corteza artesanal y la fabricación de cal en la región norte de Lambayeque. La investigación incluye evaluaciones física-mecánicas de 2 tipos de adobe: adobe local



estándar y adobe mejorados con cenizas de carbón y cal a concentraciones de 3%, 5%, 8%, 10% y 12% para evaluar sus propiedades. De manera similar, se erigieron paredes estampadas, y se ejecutó una inundación simulada para evaluar su resistencia a la exposición al agua. Los hallazgos demostraron que una incorporación del 10% de ceniza de cal y carbón mejora tanto la resistencia a la erosión como la resistencia a la compresión del adobe.

Para, Rocca (2020) en su investigación titulada "Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes, Ferreñafe 2020", el objetivo principal de este estudio fue examinar el impacto de la integración de materiales naturales, especialmente cenizas de cáscaras de arroz y bagazo de caña de azúcar, en las propiedades físicas mecánicas del adobe. Ahora, estos compuestos no se han examinado ampliamente en estudios previos, por lo que su utilización podría significar una mejora sustancial en la calidad del adobe. El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de estos ingredientes en mejorar el rendimiento del adobe, contrastar sus características con las derivadas de mezclas que carecen de estos materiales y utilizando literatura académica previa para corroborar los hallazgos. Se empleó una metodología experimental para la investigación, incluidas varias pruebas que incluyen resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y capacidad de absorción de agua, utilizando diversas relaciones de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar. Las dosis establecidas fueron 2.5%, 7.5% y 12.5% para cenizas, y 0.10%, 0.25% y 0.35% para bagazo, respectivamente. Los resultados demostraron que la incorporación de estos aditivos es factible, no solo debido a sus ventajas técnicas sino también por su rentabilidad en relación con los agentes estabilizadores convencionales. Es aconsejable realizar más investigaciones para reforzar la eficacia de estos elementos como estabilizadores en la producción de adobe.

Para, Mendoza (2018) en su investigación titulada "Evaluación de la resistencia del adobe fabricado con adición de ceniza y arena", este proyecto de investigación fue

ejecutado por el anexo Chaquil en el distrito TRITA de la provincia de Luya, concentrándose en evaluar la durabilidad de Adobe mejorada con la adición de cenizas y arena. El diseño de la población local no se adhiere a la Regulación Nacional de Edificios (RNE) (E-080, 2006), lo que lleva a una resistencia insuficiente en los adobos. Como resultado, se produjeron y evaluaron 21 muestras de adobe estándar y 21 muestras de adobe que contienen 10% de cenizas y 25% de arena para determinar la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y las características de absorción. El análisis realizado utilizando el programa Statistix indicó que la resistencia a la compresión aumentó en un 64.88%, la resistencia a la flexión aumentó en un 12,60% y la resistencia a la absorción de agua disminuyó en un 5,41% en comparación con el adobe estándar. La investigación estadística indicó que solo la contribución a la resistencia a la compresión es significativa, aunque la resistencia a la flexión y la absorción demuestran un comportamiento similar en ambos tipos de adobe, con solo una variación menor.

2.1.3 Antecedente local

Para, Aragón (2021) su tesis "Análisis de las propiedades físico-mecánicas y térmicas del adobe con incorporación de ceniza de quinua y guano, Caracoto – Puno, 2021", los resultados demostraron que la resistencia a la compresión del adobe no modificado era de 12.84 kg/cm², mientras que la combinación que incluye al 10% de cenizas de quinua tenía un valor máximo de 16.37 kg/cm². El adobe de la base demostró una capacidad de carga permitida de 9.81 kg/cm², que fue superada por la mezcla utilizando cenizas de quinua al 10%, que alcanzó 11.47 kg/cm². Con respecto a la absorción de agua, ninguna de las formulaciones con aditivos mostró mejoras significativas en comparación con el adobe tradicional. Con respecto a las propiedades térmicas, se estableció que el contraste térmico máximo se observó a las 5:00 a.m., durante el cual la incorporación del 10% de guano demostró un rendimiento térmico mejorado, registrando una temperatura de 6.10 °C, superando la del adobe inalterado. En conclusión, se determinó que la integración de la ceniza de quinua aumenta las propiedades mecánicas

del adobe, mientras que la inclusión de guano aumenta sus características térmicas, por lo que resalta el potencial de estos materiales naturales para optimizar el rendimiento del adobe.

Seguidamente, Chahuara (2022) su tesis "Influencia de la ceniza de estiércol de vaca para mejorar la resistencia a compresión del adobe – Pisacoma, Puno - 2022", la investigación sobre el impacto de las cenizas de vaca en los ladrillos de adobe revela un método viable para mejorar la resistencia de este material tradicional. Este estudio buscó examinar los beneficios proporcionados por VACA Landure Ash (CEV), un recurso adecuado para uso artesanal e industrial, evitando así su clasificación como un desecho sólido contaminante. La metodología adoptada fue cuantitativa y cuasi-experimental, validando con éxito la hipótesis propuesta. El proyecto implicaba el uso de CEV en varias proporciones (0%, 2%, 5% y 9%) para aumentar la resistencia mecánica de Adobe. Los bloques de adobe se fabricaron para pruebas de compresión axial posteriores en unidades individuales, baterías y paredes, así como pruebas diagonales en baterías y paredes. Los resultados revelaron que la resistencia a la compresión de los bloques tratados con CEV alcanzó un máximo de 15.08 kg/cm² para dimensiones de 32x16x8 cm, exhibiendo un rendimiento mejorado en comparación con el adobe estándar, que registró 12.26 kg/cm². Esto indica una mejora del 47.65% en la resistencia axial. La resistencia máxima en las baterías de adobe se observó a una dosis del 5% de cenizas, que alcanzó 7,30 kg/cm², aunque no cumplió con el valor de adobe normal de 7,69 kg/cm². Sin embargo, en las paredes de adobe, la formulación con CEV al 5% demostró un rendimiento mejorado, logrando una resistencia de 6.67 kg/cm² en comparación con 4.38 kg/cm² para el adobe convencional. Se estableció que la resistencia a la compresión aumenta con la concentración de cenizas de hasta un 5%, momento en el cual se alcanza el rendimiento óptimo; Sin embargo, las cantidades más altas conducen a un deterioro en las propiedades mecánicas.

Seguidamente, Colque (2021) su investigación titulada "Adición de fibra de totora para analizar el comportamiento mecánico y físico de las unidades de adobe, Ichu - Puno



2021", se planificaron y realizaron varias pruebas en el Laboratorio de Mecánica del Suelo para evaluar las cualidades del adobe modificado. Las pruebas realizadas incluyen granulometría, límites de Atterberg, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de agua. Los experimentos seleccionados tienen como objetivo analizar de manera integral el impacto de la integración de la fibra de Totorá en las propiedades físicas y mecánicas del adobe. La metodología empleada fue experimental, utilizando un diseño cuasi-experimental para dilucidar las diferencias en las propiedades de adobe mediante la incorporación de cantidades variables de fibra natural. Esta investigación constituye un análisis cuantitativo con un marco explicativo, con el objetivo de delinear enlaces explícitos entre las variables evaluadas. Fue efectivo con tres dosis específicas de fibra Totorá, correspondiente a 0.5%, 1.25% y 2% en peso en relación con el lodo utilizado en la producción de adobe. Los resultados obtenidos indican beneficios positivos en la mejora de la resistencia a la compresión, cumpliendo el propósito particular principal. Se observó un aumento notable en la resistencia a la flexión con la incorporación de fibra, por lo que validó el segundo propósito del estudio. Por el contrario, con respecto a la absorción de agua, la inclusión de la fibra de totora no disminuyó la proporción de agua absorbida por las muestras, alineándose con el tercer objetivo especificado e indicando una restricción en la resistencia a la humedad. En conclusión, la inclusión de la fibra Totorá en las porciones evaluadas (0.5%, 1.25% y 2%) mejora sustancialmente las propiedades mecánicas del adobe, aumentando tanto la resistencia a la compresión como la resistencia a la flexión. Los resultados logrados superan los puntos de referencia establecidos en el estándar E.080, lo que indica la viabilidad técnica de esta técnica. Sin embargo, las muestras no resistieron adecuadamente la prueba de absorción, destacando la necesidad de explorar alternativas complementarias para mejorar esta propiedad y proporcionar un rendimiento superior en circunstancias ambientales severas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Adobe tradicional

El adobe tradicional es un material de construcción utilizado desde tiempos ancestrales, especialmente en regiones donde la disponibilidad de recursos naturales como la tierra y el agua facilita su elaboración. Este material está compuesto principalmente por una mezcla de suelo arcilloso, agua y, en muchas ocasiones, fibras naturales que funcionan como refuerzo, brindando mayor cohesión y resistencia a la masa. Su uso ha sido fundamental en diversas culturas debido a sus propiedades térmicas, económicas y su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. (Alejo, 2022)

Además de su valor funcional, el adobe tradicional posee un gran significado cultural, ya que representa técnicas constructivas transmitidas de generación en generación. La fabricación de adobe es un proceso sencillo y accesible, que permite a las comunidades locales construir viviendas sostenibles y adecuadas a su entorno. Sin embargo, aunque el adobe presenta ventajas como buen aislamiento térmico y bajo costo, también enfrenta desafíos en cuanto a su durabilidad y resistencia, particularmente frente a la humedad y esfuerzos mecánicos (Alejo, 2022).

Por ello, en la actualidad, la investigación y mejora del adobe tradicional se orientan a optimizar sus características sin perder su esencia ecológica ni su identidad cultural. Esto implica explorar la incorporación de aditivos naturales y técnicas complementarias que potencien sus propiedades físicas y mecánicas, asegurando viviendas más resistentes y confortables para las comunidades que continúan usando este valioso material (Alejo, 2022).

2.2.1.1 Composición básica: tierra, agua y fibras naturales.

La composición esencial del adobe tradicional se fundamenta en tres componentes principales: tierra, agua y fibras naturales. La tierra utilizada generalmente contiene una mezcla balanceada de arcilla, limo y arena, lo cual es crucial para obtener una masa con

la cohesión y plasticidad adecuadas para moldear los ladrillos. La arcilla actúa como aglutinante, proporcionando la capacidad de adherencia, mientras que la arena aporta estabilidad y evita el agrietamiento excesivo durante el secado (Colque, 2021).

El agua juega un papel fundamental al permitir la mezcla homogénea de los materiales sólidos, facilitando la plasticidad necesaria para moldear el adobe y luego permitir su secado controlado. La cantidad de agua debe ser cuidadosamente regulada para evitar que la mezcla quede demasiado líquida o demasiado seca, condiciones que afectarían la integridad y resistencia del producto final (Alejo, 2022).

Por último, las fibras naturales, que pueden provenir de plantas o materiales orgánicos como paja, totora o bagazo, son incorporadas para reforzar la estructura interna del adobe. Estas fibras actúan como un esqueleto que distribuye tensiones y previene la formación de fisuras durante el secado y el uso. De esta manera, la combinación equilibrada de tierra, agua y fibras naturales conforma un material resistente, flexible y adecuado para la construcción en ambientes tradicionales (Colque, 2021).

2.2.1.2 Propiedades físicas y mecánicas comunes.

Las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional determinan su comportamiento como material de construcción y su capacidad para soportar cargas y condiciones ambientales. Entre las propiedades físicas más relevantes se encuentran la densidad, la porosidad y la absorción de agua. La densidad influye directamente en el peso y la estabilidad del adobe, mientras que la porosidad afecta su capacidad para aislar térmicamente y resistir la humedad. La absorción de agua, por su parte, es un factor crítico, ya que un alto porcentaje puede comprometer la durabilidad del adobe, haciendo que se degrade más rápidamente ante la exposición a la lluvia o humedad ambiental (Aguilar, 2023).

En cuanto a las propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión es fundamental para garantizar la estabilidad estructural de las construcciones hechas con adobe. Esta resistencia indica la capacidad del material para soportar cargas verticales sin

fracturarse. Otra propiedad importante es la resistencia a la flexión, que mide la capacidad del adobe para resistir esfuerzos que tienden a doblar o quebrar las piezas. La cohesión interna y la capacidad para absorber tensiones sin deformarse excesivamente son también características esenciales que permiten que el adobe mantenga su integridad ante el paso del tiempo y las variaciones climáticas (Masco, 2022).

Estas propiedades físicas y mecánicas se ven influenciadas tanto por la calidad de los materiales utilizados como por el proceso de fabricación y curado del adobe. Comprenderlas es clave para diseñar mezclas y técnicas que permitan optimizar el desempeño del adobe, garantizando construcciones seguras, duraderas y acordes con las necesidades de las comunidades que lo emplean (Condori et al., 2023).

2.2.1.3 Importancia cultural y social del adobe en comunidades andinas

El adobe no solo representa un material de construcción en las comunidades andinas, sino que también constituye un elemento esencial dentro de su identidad cultural y social. Desde tiempos ancestrales, la fabricación y uso del adobe ha estado estrechamente vinculado a prácticas tradicionales que se transmiten de generación en generación, simbolizando una conexión profunda con el entorno natural y con el legado de los antepasados. Las viviendas construidas con adobe son un reflejo de la historia y la cosmovisión de estos pueblos, quienes valoran este material por su sostenibilidad, accesibilidad y capacidad para adaptarse a las condiciones climáticas propias de la región (Laime, 2019).

En el ámbito social, el proceso de elaboración del adobe fomenta la cooperación comunitaria, ya que tradicionalmente es una actividad colectiva que fortalece los lazos entre vecinos y familiares. La construcción de viviendas con adobe también contribuye a la cohesión social, generando un sentido de pertenencia y orgullo cultural. Además, el adobe permite a estas comunidades mantener prácticas constructivas respetuosas con el medio ambiente, promoviendo el uso responsable de los recursos naturales y la conservación del paisaje rural (Espinoza y Pacori, 2023).

Así, el adobe se erige como un símbolo tangible de la identidad cultural andina, siendo un vínculo que une pasado, presente y futuro, mientras proporciona soluciones habitacionales adecuadas a las realidades económicas y ambientales de estas poblaciones.

2.2.2 Limitaciones del Adobe Tradicional

El adobe tradicional, a pesar de sus múltiples ventajas como material de construcción, presenta ciertas limitaciones que afectan su desempeño, especialmente en contextos modernos o en condiciones ambientales adversas. Una de las principales restricciones es su baja resistencia frente a la humedad, ya que la absorción de agua puede causar debilitamiento progresivo, erosión y desintegración del material. Esto reduce significativamente la durabilidad de las estructuras, especialmente en zonas con alta pluviosidad o donde el adobe está expuesto de manera directa a la lluvia y la humedad ambiental (Espinoza y Pacori, 2023)..

Otra limitación importante es su vulnerabilidad frente a cargas mecánicas elevadas, ya que la resistencia a la compresión y la flexión del adobe convencional suele ser inferior a la de materiales más modernos, lo que limita su uso en edificaciones de mayor envergadura o que requieran soportar esfuerzos estructurales importantes. Además, el proceso artesanal de fabricación puede generar variabilidad en la calidad del producto final, debido a diferencias en la selección de materiales, proporciones y métodos de secado, afectando la uniformidad y consistencia del adobe (Espinoza y Pacori, 2023)..

Finalmente, la falta de tratamientos o estabilizantes adecuados puede provocar que el adobe sea susceptible a la formación de grietas y fisuras con el tiempo, disminuyendo su capacidad para mantener la integridad estructural. Estas limitaciones evidencian la necesidad de investigar y desarrollar técnicas que mejoren las propiedades del adobe sin perder sus características tradicionales ni su sostenibilidad (Espinoza y Pacori, 2023)..

2.2.2.1 Vulnerabilidad ante humedad y variaciones climáticas

El adobe, como material construido principalmente a base de tierra y fibras naturales, presenta una notable sensibilidad frente a la presencia de humedad. La absorción de agua afecta su estructura interna, provocando una reducción en su cohesión y resistencia mecánica. Esta susceptibilidad al agua genera problemas como la erosión superficial, la formación de grietas y, en casos severos, la desintegración total de las piezas de adobe. Estas consecuencias se acentúan en regiones donde las precipitaciones son frecuentes o intensas, poniendo en riesgo la estabilidad y durabilidad de las construcciones tradicionales (Mamani s. f.).

Además, las variaciones climáticas, especialmente las fluctuaciones térmicas diurnas y estacionales, afectan la integridad del adobe. Los ciclos repetidos de expansión y contracción debido a cambios de temperatura pueden inducir tensiones internas que generan fisuras y debilitamiento del material. En zonas con condiciones extremas de frío y calor, estas tensiones se intensifican, lo que puede acelerar el deterioro de las paredes y comprometer la seguridad de las edificaciones (Mamani, s. f.).

Por estas razones, la vulnerabilidad del adobe ante la humedad y las variaciones climáticas constituye un desafío importante para su uso continuo, especialmente en áreas donde estas condiciones son frecuentes. Esto motiva la búsqueda de alternativas que permitan mejorar su resistencia y prolongar su vida útil sin perder las ventajas y la identidad cultural que ofrece este material tradicional (Mamani, s. f.).

2.2.2.2 Problemas estructurales comunes: baja resistencia a compresión y flexión

El adobe, aunque valorado por su simplicidad y sostenibilidad, presenta desafíos significativos en cuanto a su comportamiento estructural, siendo la baja resistencia a la compresión y a la flexión dos de sus limitaciones más frecuentes. La resistencia a la compresión se refiere a la capacidad del material para soportar cargas verticales sin fracturarse; en el caso del adobe tradicional, esta resistencia es relativamente baja, lo que restringe su uso a construcciones de baja altura o estructuras que no requieran soportar

grandes cargas. Esto limita su aplicación en edificaciones que demanden mayor robustez y seguridad (Masco, 2022).

Por otro lado, la resistencia a la flexión, que mide la habilidad del adobe para resistir esfuerzos que intentan doblarlo o deformarlo, también es limitada. Esta deficiencia puede causar la aparición de grietas o fisuras cuando el material es sometido a fuerzas laterales o movimientos sísmicos, afectando la integridad de la estructura y aumentando el riesgo de daños o colapsos. La combinación de estas debilidades estructurales genera una vulnerabilidad que debe ser atendida para asegurar la estabilidad y durabilidad de las construcciones realizadas con adobe (Masco, 2022).

Estos problemas resaltan la importancia de buscar métodos y aditivos que puedan mejorar estas propiedades mecánicas, permitiendo que el adobe mantenga sus cualidades tradicionales mientras se adapta a las exigencias contemporáneas de seguridad y resistencia estructural (Medina et al., 2022).

2.2.2.3 Necesidad de mejoramiento para mayor durabilidad

La durabilidad del adobe tradicional es un aspecto crucial que condiciona su uso continuo como material de construcción, especialmente en ambientes donde las condiciones climáticas y las cargas mecánicas pueden comprometer su integridad. Debido a sus características naturales, el adobe suele mostrar desgaste prematuro cuando se expone a factores como la humedad, la erosión y las variaciones térmicas, lo que limita su vida útil y pone en riesgo la seguridad de las estructuras. Por esta razón, surge una necesidad imperante de desarrollar técnicas y métodos que permitan mejorar su resistencia y prolongar su funcionalidad en el tiempo (Herrera, 2023).

Este mejoramiento busca no solo fortalecer las propiedades mecánicas del adobe, sino también aumentar su capacidad para resistir la acción del agua y otros agentes externos que aceleran su deterioro. La incorporación de materiales estabilizantes o refuerzos naturales, así como la optimización de procesos en la fabricación, representan estrategias clave para alcanzar estos objetivos. De esta manera, es posible mantener el

valor cultural y ecológico del adobe, a la vez que se asegura un desempeño adecuado frente a las exigencias constructivas actuales (Herrera, 2023).

En síntesis, el impulso para mejorar el adobe tradicional responde a la necesidad de combinar tradición y tecnología, con el fin de ofrecer soluciones habitacionales que sean duraderas, seguras y respetuosas con el medio ambiente, adaptadas a las condiciones específicas de cada región (Herrera, 2023).

2.2.3 Aditivos Naturales en Materiales de Construcción

Los aditivos naturales son elementos orgánicos o inorgánicos provenientes de fuentes renovables que se incorporan en la fabricación de materiales de construcción con el propósito de mejorar sus propiedades físicas, mecánicas o químicas. Estos aditivos representan una alternativa sostenible frente a los productos industriales o sintéticos, ya que suelen ser más accesibles, económicos y menos contaminantes. Su uso favorece la optimización del rendimiento de materiales tradicionales, manteniendo un equilibrio entre funcionalidad y respeto al medio ambiente (Contreras, 2023).

En el ámbito de la construcción, los aditivos naturales pueden provenir de diversas fuentes, como residuos agrícolas, fibras vegetales, cenizas orgánicas o subproductos animales. Al integrarse en mezclas como el adobe, estos materiales pueden incrementar la resistencia, mejorar la cohesión interna, reducir la absorción de agua o aumentar la flexibilidad del producto final. Además, su empleo contribuye a la valorización de recursos locales, promoviendo prácticas constructivas más autosuficientes y culturalmente apropiadas (Apaza y Michel, 2020).

De esta forma, los aditivos naturales no solo aportan ventajas técnicas, sino que también impulsan un enfoque de construcción más ecológico y económico, alineado con las tendencias globales hacia la sostenibilidad y la economía circular (Babé et al., 2020).

2.2.3.1 Definición de aditivos naturales y su función

Los aditivos naturales son sustancias derivadas de fuentes orgánicas o minerales que se integran voluntariamente en la fabricación de materiales de construcción con el fin de modificar y mejorar sus características. A diferencia de los aditivos sintéticos o químicos, estos provienen de recursos renovables y tienen un impacto ambiental reducido, lo que los convierte en una opción preferente para proyectos que buscan sostenibilidad y respeto por el entorno (Apaza y Michel, 2020).

La función principal de los aditivos naturales es optimizar las propiedades físicas y mecánicas del material base, como el adobe o el concreto, incrementando su resistencia, durabilidad y estabilidad frente a agentes externos. Además, algunos aditivos actúan como estabilizadores, mejorando la cohesión interna y disminuyendo la porosidad, lo que ayuda a reducir la absorción de agua y a prevenir el deterioro prematuro. De esta manera, su incorporación contribuye a prolongar la vida útil de las estructuras y a mantener sus características funcionales bajo diversas condiciones ambientales.

En resumen, los aditivos naturales desempeñan un papel clave en la mejora de materiales tradicionales, combinando eficiencia técnica con un enfoque ecológico, y permitiendo que la construcción evolucione hacia modelos más sostenibles y responsables (Apaza y Michel, 2020).

2.2.3.2 Ventajas frente a aditivos químicos (sostenibilidad, costo, accesibilidad)

Los aditivos naturales presentan una serie de beneficios significativos cuando se comparan con los aditivos químicos tradicionales empleados en materiales de construcción. Una de sus principales ventajas radica en su sostenibilidad, ya que provienen de fuentes renovables y biodegradables, lo que minimiza el impacto ambiental y contribuye a la conservación de los recursos naturales. Esto es especialmente relevante en contextos donde la reducción de la huella ecológica es una prioridad, promoviendo prácticas constructivas más responsables (Apaza y Michel, 2020).

Desde el punto de vista económico, los aditivos naturales suelen ser más accesibles y económicos, especialmente en comunidades rurales o zonas donde estos recursos están disponibles localmente. Esto reduce los costos asociados a la compra y transporte de materiales industriales, facilitando su adopción por parte de pequeños productores y artesanos. Además, su uso fomenta la economía circular, al dar valor a residuos o subproductos que de otra manera podrían ser descartados.

En cuanto a la accesibilidad, los aditivos naturales son fácilmente obtenibles en muchas regiones, ya sea a partir de fibras vegetales, cenizas o residuos orgánicos. Esto permite que las comunidades puedan implementarlos sin depender de cadenas de suministro complejas o de insumos importados, lo cual fortalece la autosuficiencia y la conservación de técnicas constructivas tradicionales (Apaza y Michel, 2020).

2.2.4 Tipos de Aditivos Naturales Utilizados en Adobe

En la elaboración del adobe, se emplean diversos tipos de aditivos naturales que contribuyen a mejorar sus características físicas y mecánicas. Entre estos, las fibras vegetales son uno de los más comunes y eficaces. Procedentes de plantas como la totora, paja, o bagazo, estas fibras funcionan como refuerzos internos que distribuyen las tensiones y previenen la aparición de fisuras, incrementando así la resistencia a la flexión y a la tracción del material (Araya et al., 2021).

Otro tipo importante de aditivo natural son las cenizas orgánicas, obtenidas a partir de la combustión de residuos vegetales o estiércoles. Estas cenizas contienen compuestos químicos que pueden actuar como agentes estabilizadores, mejorando la cohesión y la compactación del adobe.

Además de estos, existen otros aditivos naturales como ciertos minerales y extractos vegetales que, aunque menos comunes, también aportan beneficios específicos en la fabricación de adobe. La combinación adecuada de estos componentes permite adaptar las propiedades del adobe a las condiciones locales y a las necesidades

particulares de cada construcción, potenciando la sostenibilidad y eficiencia del material (Araya et al., 2021).

2.2.4.1 Fibras vegetales: características y efectos en el adobe

Las fibras vegetales son materiales naturales extraídos de diversas plantas que se incorporan al adobe con el propósito de mejorar sus propiedades estructurales. Estas fibras suelen ser ligeras, flexibles y resistentes, lo que les permite actuar como elementos de refuerzo dentro de la masa del adobe. Entre sus características principales destacan su capacidad para distribuir tensiones y evitar la propagación de grietas, contribuyendo a una mayor cohesión interna del material (Araya et al., 2021).

Cuando se integran en la mezcla de adobe, las fibras vegetales mejoran la resistencia a la flexión y a la tracción, incrementando la capacidad del material para soportar esfuerzos que podrían provocar su fractura. Además, ayudan a controlar la contracción durante el proceso de secado, reduciendo la aparición de fisuras superficiales. Estos efectos contribuyen a prolongar la vida útil de las estructuras construidas con adobe y a mejorar su desempeño ante condiciones climáticas variables.

Las fibras más utilizadas en la fabricación de adobe provienen de plantas como la totora, la paja de trigo, el bagazo de caña y otras especies locales, las cuales aportan beneficios adicionales debido a su disponibilidad y bajo costo. Su incorporación representa una estrategia eficaz para fortalecer un material tradicional sin comprometer su naturaleza ecológica ni cultural (Araya et al., 2021).

2.2.4.2 Cenizas orgánicas: propiedades químicas y mecánicas

Las cenizas orgánicas son residuos resultantes de la combustión de materiales de origen vegetal o animal, como la madera, cáscaras de arroz o estiércol. Estas cenizas contienen una variedad de compuestos químicos, incluyendo minerales como calcio, potasio y sílice, que pueden influir significativamente en las propiedades del adobe cuando se incorporan a su mezcla. Desde un punto de vista químico, estos elementos pueden

actuar como agentes estabilizantes, facilitando procesos de unión y compactación dentro de la masa del adobe (Sumerente et al., 2020).

En términos mecánicos, la inclusión de cenizas orgánicas puede mejorar la resistencia a la compresión del adobe, al favorecer una estructura más compacta y cohesiva. Además, contribuyen a reducir la porosidad del material, lo que disminuye la absorción de agua y mejora la durabilidad frente a condiciones ambientales adversas. Estas propiedades hacen que las cenizas orgánicas sean un aditivo natural valioso para potenciar el desempeño del adobe, especialmente en zonas donde se busca mantener la sostenibilidad y la utilización de recursos locales.

Su uso no solo mejora las características técnicas del adobe, sino que también contribuye a la gestión responsable de residuos, transformando subproductos que de otro modo serían descartados en insumos útiles para la construcción (Sumerente et al., 2020).

2.2.5 Ceniza de Estiércol

Se obtiene tras la combustión controlada del estiércol animal, generalmente proveniente de ganado bovino, ovino u otros animales de pastoreo. Este subproducto contiene una mezcla de minerales y compuestos orgánicos que pueden ser aprovechados en diversas aplicaciones. La composición química de esta ceniza suele incluir elementos como calcio, potasio y magnesio, que influyen en la estructura y cohesión del adobe cuando se incorporan en proporciones adecuadas (Aldana Y Bustamante, 2023).

Desde el punto de vista funcional, la ceniza de estiércol actúa como un estabilizador natural que ayuda a incrementar la resistencia mecánica y la durabilidad del adobe. Su inclusión puede mejorar la compactación de la mezcla, reducir la porosidad y disminuir la absorción de agua, factores que contribuyen a prolongar la vida útil de las piezas de adobe. Además, al utilizar este tipo de residuos, se promueve una gestión sostenible de los desechos orgánicos, evitando su acumulación y posibles impactos ambientales negativos.

En suma, la ceniza de estiércol representa una alternativa ecológica y económica para fortalecer las propiedades del adobe tradicional, integrando conocimientos

ancestrales con prácticas modernas para optimizar los materiales locales (Aldana Y Bustamante, 2023).

2.2.5.1 Procedencia y proceso de obtención de la ceniza de estiércol

La ceniza de estiércol proviene de la combustión controlada de excrementos animales, principalmente de ganado vacuno, ovino o caprino, que son comunes en zonas rurales dedicadas a la ganadería. Este material, que de otro modo podría considerarse un residuo, se transforma mediante un proceso térmico en un producto sólido con propiedades útiles para la mejora de materiales como el adobe. La elección del estiércol y las condiciones de su combustión influyen directamente en la composición y calidad de la ceniza obtenida (Aldana y Bustamante, 2023).

El procedimiento para obtener la ceniza comienza con la recolección y secado del estiércol fresco, asegurando que esté libre de impurezas excesivas. Posteriormente, se somete a una combustión controlada en ambientes abiertos o en hornos especializados, donde el estiércol se quema hasta convertirse en ceniza blanca o grisácea. Durante este proceso, la temperatura y el tiempo de exposición son factores críticos para evitar la generación de compuestos tóxicos y garantizar la estabilidad química de la ceniza. Una vez enfriada, la ceniza se tamiza para eliminar partículas grandes y obtener un polvo fino que pueda mezclarse homogéneamente con otros materiales en la fabricación del adobe.

Este método permite transformar un subproducto orgánico en un recurso valioso, alineado con principios de economía circular y sostenibilidad ambiental, aportando una solución innovadora para mejorar la calidad del adobe tradicional (Aldana y Bustamante, 2023).

2.2.5.2 Compuestos químicos presentes y su efecto en materiales de construcción.

La ceniza de estiércol contiene una variedad de compuestos químicos que influyen directamente en las propiedades de los materiales de construcción cuando se emplea como aditivo. Entre los elementos más comunes se encuentran el calcio, el potasio, el

magnesio y el silicio, además de otros minerales en menores cantidades. Estos compuestos actúan como agentes estabilizantes y contribuyen a mejorar la cohesión y compactación de mezclas como el adobe (Masco, 2022).

El calcio, por ejemplo, es conocido por su capacidad para favorecer la formación de enlaces químicos que refuerzan la estructura del material, incrementando la resistencia a la compresión y mejorando la durabilidad. El potasio y el magnesio, por su parte, contribuyen a la estabilidad química, ayudando a reducir la porosidad y la absorción de agua, lo que a su vez limita el deterioro causado por la humedad. Además, la presencia de sílice puede aportar resistencia mecánica y mayor cohesión a la mezcla.

Estos efectos combinados resultan en un material más compacto y resistente, con mejor comportamiento frente a agentes ambientales que comúnmente afectan al adobe tradicional. Así, la inclusión de ceniza de estiércol en la fabricación de adobe no solo mejora sus características técnicas, sino que también representa una forma de aprovechar residuos orgánicos de manera eficiente y sostenible (Masco, 2022).

2.2.6 Influencia sobre Propiedades del Adobe

La ceniza de estiércol y la fibra de totora tiene un impacto significativo en las características físicas y mecánicas del adobe tradicional. Estos aditivos actúan complementariamente para mejorar la estructura interna del material, reforzando su resistencia y durabilidad. La ceniza de estiércol contribuye principalmente a la estabilización química del adobe, favoreciendo una mayor compactación y cohesión en la mezcla, lo que resulta en una resistencia superior y disminución en la porosidad del producto final (Colque, 2021).

Por otro lado, la fibra de totora cumple una función de refuerzo mecánico dentro de la matriz del adobe, proporcionando mayor flexibilidad y capacidad para absorber esfuerzos de tracción y flexión. Su presencia ayuda a minimizar la aparición de grietas y fisuras durante el proceso de secado y en el uso cotidiano de las construcciones. Esta combinación de efectos se traduce en un adobe más resistente tanto a cargas estáticas

como dinámicas, con mejor desempeño frente a las variaciones ambientales (Colque, 2021).

De esta forma, la integración de ceniza de estiércol y fibra de totora representa una estrategia efectiva para potenciar las propiedades del adobe sin comprometer su naturaleza ecológica ni su valor cultural, ofreciendo alternativas para viviendas más seguras y duraderas en comunidades que mantienen esta tradición constructiva.

2.2.6.1 Estabilización y mejora de la cohesión

La estabilización del adobe es un proceso mediante el cual se busca fortalecer la estructura del material para aumentar su resistencia y durabilidad, especialmente frente a factores ambientales como la humedad y los cambios térmicos. La mejora de la cohesión interna es un aspecto fundamental dentro de esta estabilización, ya que implica el aumento de la capacidad de las partículas que conforman el adobe para mantenerse unidas, reduciendo la porosidad y evitando la formación de grietas y fisuras (Ferrer y Valderrama, 2022).

Cuando se incorporan aditivos naturales como la ceniza de estiércol, se promueve una reacción química que favorece la compactación y adhesión entre las partículas de tierra y fibras. Esta interacción genera una matriz más homogénea y resistente, capaz de soportar mayores esfuerzos mecánicos. Además, la cohesión mejorada contribuye a limitar la absorción de agua, lo que protege al adobe de la erosión y el desgaste prematuro.

En resumen, la estabilización y la mejora de la cohesión representan un avance importante para optimizar las características del adobe, permitiendo que este material tradicional conserve su funcionalidad y al mismo tiempo sea capaz de responder a las exigencias de durabilidad y resistencia actuales (Ferrer y Valderrama, 2022).

2.2.6.2 Impacto en la resistencia mecánica y durabilidad

La resistencia mecánica y la durabilidad son dos aspectos esenciales que determinan la calidad y el desempeño del adobe como material de construcción. La

incorporación de aditivos naturales, como la ceniza de estiércol y la fibra de totora, tiene un efecto positivo notable sobre estas características. Al mejorar la estructura interna del adobe, estos componentes contribuyen a que el material soporte cargas mayores y resistencias prolongadas frente al desgaste y las condiciones ambientales adversas (Ferrer y Valderrama, 2022).

En cuanto a la resistencia mecánica, los aditivos actúan reforzando la matriz del adobe, permitiendo que soporte mejor tanto esfuerzos de compresión como de flexión. Esto se traduce en una menor probabilidad de fracturas o daños estructurales cuando el adobe está sometido a cargas o movimientos. Por otro lado, la durabilidad del adobe se ve fortalecida gracias a la reducción de la porosidad y a una menor absorción de agua, lo que disminuye la vulnerabilidad frente a la humedad, la erosión y el deterioro a largo plazo.

Estas mejoras conjuntas garantizan que las construcciones hechas con adobe modificado sean más resistentes y sostenibles, extendiendo su vida útil y manteniendo la integridad estructural bajo condiciones diversas. Por tanto, la influencia de estos aditivos naturales es crucial para optimizar el adobe sin perder sus cualidades tradicionales y ecológicas (Ferrer y Valderrama, 2022).

2.2.7 Fibra de Totora

La fibra de totora es un material natural extraído de la planta acuática conocida como totora, que crece principalmente en zonas lacustres de la región andina. Esta fibra se caracteriza por su ligereza, flexibilidad y resistencia, lo que la convierte en un recurso valioso para diversas aplicaciones, especialmente en la construcción tradicional. Su estructura fibrosa permite que, al incorporarse en mezclas como el adobe, funcione como un refuerzo natural que mejora la cohesión y la capacidad del material para soportar esfuerzos mecánicos (Ferrer y Valderrama, 2022).

Además de sus propiedades mecánicas, la fibra de totora es altamente accesible en las comunidades locales donde esta planta es endémica, lo que facilita su uso como aditivo económico y sostenible. La inclusión de esta fibra en el adobe contribuye a reducir

la aparición de fisuras durante el secado y el uso, incrementando la durabilidad y estabilidad de las construcciones. Asimismo, su uso preserva las técnicas ancestrales de construcción, integrando el conocimiento tradicional con mejoras que aumentan la funcionalidad del material (Ferrer y Valderrama, 2022).

Por estas razones, la fibra de totora representa una alternativa ecológica y eficiente para fortalecer el adobe, promoviendo soluciones constructivas que respetan el entorno y la cultura local.

2.2.7.1 Descripción de la Planta y Características de la Fibra

La totora es una planta acuática que crece en ambientes lacustres y pantanosos, principalmente en la región andina, donde forma extensas zonas de vegetación flotante y ribereña. Esta planta se caracteriza por sus tallos largos, rígidos y cilíndricos, que pueden alcanzar varios metros de altura, y que han sido utilizados tradicionalmente por las comunidades locales para diversas finalidades, incluyendo la construcción y la artesanía. La totora posee una notable capacidad de adaptación a condiciones climáticas variables y ambientes con altos niveles de humedad (Guarniz y Rodríguez, 2022).

La fibra extraída de la totora se obtiene de la estructura celular de sus tallos, presentando cualidades como resistencia, flexibilidad y ligereza. Estas características hacen que la fibra sea un componente ideal para su uso como refuerzo en materiales de construcción tradicionales como el adobe. Su textura y forma permiten que actúe como un entramado natural dentro de la mezcla, mejorando la cohesión interna y la capacidad para absorber tensiones, lo que resulta en una mayor resistencia a la flexión y a la tracción. Además, la fibra de totora contribuye a reducir la formación de grietas durante el proceso de secado y uso, aumentando la durabilidad del material (Guarniz y Rodríguez, 2022).

Estas propiedades hacen que la totora y su fibra sean recursos valiosos y sostenibles, profundamente integrados en las prácticas culturales y constructivas de las comunidades andinas.

2.2.7.2 Origen geográfico y características físicas

La fibra de totora se origina en las regiones lacustres y humedales de la zona andina, especialmente en países como Perú, Bolivia y Ecuador, donde esta planta acuática crece de manera abundante en cuerpos de agua como lagos, ríos y pantanos. Estos ecosistemas proporcionan las condiciones ideales de humedad y temperatura para el desarrollo de la totora, que se ha convertido en un recurso natural fundamental para las comunidades que habitan estas áreas (Guarniz y Rodríguez, 2022).

En cuanto a sus características físicas, la fibra de totora destaca por su ligereza y resistencia, presentando una estructura fibrosa compuesta por filamentos largos y flexibles. Su superficie es rugosa, lo que facilita su adhesión dentro de mezclas constructivas, y su elasticidad le permite soportar esfuerzos de tracción sin romperse fácilmente. Estas propiedades hacen que la fibra sea especialmente útil para reforzar materiales como el adobe, al mejorar su cohesión interna y su capacidad para resistir tensiones, contribuyendo así a la durabilidad y estabilidad de las construcciones tradicionales (Guarniz y Rodríguez, 2022).

La disponibilidad local y las propiedades físicas de la fibra de totora la convierten en un recurso natural accesible y eficiente para fortalecer técnicas constructivas ancestrales en la región andina.

2.2.7.3 Propiedades mecánicas relevantes para su uso en construcción

La fibra de totora posee características mecánicas que la hacen especialmente adecuada para su incorporación en materiales de construcción tradicionales como el adobe. Entre sus propiedades más destacadas se encuentra su alta resistencia a la tracción, lo que le permite soportar fuerzas que tienden a estirar o deformar el material sin romperse. Esta cualidad es fundamental para reforzar la matriz del adobe, que por sí solo tiene limitaciones para resistir tensiones de este tipo (Guarniz y Rodríguez, 2022).

Otra propiedad importante es la flexibilidad de la fibra, que facilita su distribución homogénea dentro de la mezcla y contribuye a la absorción y disipación de esfuerzos,

reduciendo así la aparición de grietas y fisuras. Además, su capacidad para actuar como un elemento de refuerzo interno mejora la cohesión del adobe, permitiendo que el material mantenga su integridad estructural bajo condiciones de carga variables (Guarniz y Rodríguez, 2022).

Estas propiedades mecánicas convierten a la fibra de totora en un recurso natural eficiente para aumentar la resistencia y durabilidad de construcciones hechas con adobe, integrando soluciones ancestrales con beneficios técnicos que responden a las exigencias modernas.

2.2.8 Función como Refuerzo en Adobe

La fibra de totora desempeña un papel crucial como elemento de refuerzo en la elaboración del adobe, contribuyendo a mejorar su resistencia y durabilidad. Al incorporarse en la mezcla, estas fibras naturales se distribuyen dentro de la matriz del adobe, formando una red que ayuda a distribuir las tensiones y cargas a lo largo del material. Esta acción refuerza la cohesión interna y previene la propagación de grietas, especialmente durante el proceso de secado y bajo la acción de cargas externas (Guarniz y Rodríguez, 2022).

Además, la presencia de la fibra de totora aumenta la flexibilidad del adobe, permitiendo que el material soporte mejor esfuerzos de tracción y flexión que, de otro modo, podrían provocar fracturas. Este refuerzo natural mejora la capacidad del adobe para resistir movimientos y vibraciones, aspectos relevantes en zonas susceptibles a actividades sísmicas o cargas dinámicas.

En conjunto, la función de la fibra de totora como refuerzo representa una solución sostenible y efectiva para potenciar las propiedades mecánicas del adobe, manteniendo su carácter tradicional mientras se incrementa su desempeño estructural y vida útil.

2.2.8.1 Mecanismos de refuerzo: absorción de esfuerzos y prevención de fisuras

La fibra de totora actúa como un componente estructural dentro de la matriz del adobe, facilitando la absorción y distribución de los esfuerzos a los que está sometido el material. Al integrarse en la mezcla, las fibras forman una red interna que permite que las tensiones generadas por cargas estáticas o dinámicas se dispersen de manera más uniforme, evitando que se concentren en puntos específicos que puedan provocar daños. Este mecanismo de absorción de esfuerzos contribuye a incrementar la capacidad del adobe para resistir cargas sin fracturarse (Guarniz y Rodríguez, 2022).

Además, la presencia de la fibra de totora desempeña un papel fundamental en la prevención de fisuras y grietas. Durante el proceso de secado, el adobe tiende a contraerse, lo que puede generar tensiones internas que, si no se controlan, provocan la formación de fisuras. Las fibras actúan como un refuerzo que limita el desarrollo de estas grietas al mantener unidas las partículas del material y absorber parte de las tensiones. Esto no solo mejora la integridad estructural, sino que también prolonga la vida útil del adobe y reduce la necesidad de reparaciones frecuentes (Guarniz y Rodríguez, 2022).

En conjunto, estos mecanismos hacen de la fibra de totora un elemento clave para fortalecer el adobe, combinando propiedades naturales con funciones técnicas que optimizan el desempeño del material en la construcción tradicional.

2.2.8.2 Influencia en la resistencia a la flexión y compresión

La incorporación de la fibra de totora en la mezcla del adobe tiene un impacto significativo en su capacidad para resistir esfuerzos tanto de flexión como de compresión. En el caso de la resistencia a la compresión, las fibras contribuyen a mejorar la cohesión interna del material, permitiendo que las cargas verticales se distribuyan de manera más eficiente a lo largo de la masa del adobe, lo que incrementa su capacidad para soportar presiones sin fracturarse (Chonlon y Mejia, 2023).

Respecto a la resistencia a la flexión, la fibra de totora funciona como un refuerzo que absorbe y distribuye las tensiones que tienden a doblar o deformar el adobe. Esta

capacidad para resistir esfuerzos de flexión es especialmente importante en zonas donde las construcciones están expuestas a movimientos sísmicos o cargas laterales, ya que ayuda a prevenir la formación de grietas y la pérdida de integridad estructural (Chonlon y Mejia, 2023).

En conjunto, la presencia de estas fibras naturales fortalece el adobe tradicional, mejorando su desempeño mecánico y prolongando su vida útil sin comprometer sus cualidades ecológicas y culturales.

2.2.9 Propiedades Físico-Mecánicas del Adobe Mejorado

Las propiedades físico-mecánicas del adobe mejorado reflejan las características que determinan su comportamiento frente a las cargas y condiciones ambientales cuando se incorporan aditivos naturales como la ceniza de estiércol y la fibra de totora. Estas propiedades incluyen aspectos esenciales como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la densidad, la porosidad y la absorción de agua, las cuales influyen directamente en la funcionalidad y durabilidad del material (Chonlon y Mejia, 2023).

En términos de resistencia a la compresión, el adobe mejorado muestra una capacidad superior para soportar cargas verticales, gracias a la mayor cohesión interna proporcionada por los aditivos. Esto permite que las construcciones sean más estables y seguras ante esfuerzos estáticos. De igual manera, la resistencia a la flexión se ve reforzada, lo que significa que el material puede absorber y distribuir mejor las tensiones derivadas de movimientos laterales o esfuerzos de doblado, evitando la aparición de grietas y fisuras (Chonlon y Mejia, 2023).

La incorporación de estos aditivos también influye en las propiedades físicas, reduciendo la porosidad y la absorción de agua, lo cual es crucial para aumentar la durabilidad y proteger el adobe de la erosión causada por la humedad. Asimismo, la densidad del adobe mejorado puede variar en función de la cantidad y tipo de aditivos usados, lo que repercute en su peso y comportamiento térmico (Chonlon y Mejia, 2023).

En conjunto, estas propiedades físico-mecánicas mejoradas aseguran un material más resistente y duradero, que mantiene las ventajas del adobe tradicional, pero con un desempeño optimizado para responder a las exigencias actuales de construcción sostenible.

2.2.9.1 Resistencia a la Compresión

La capacidad del adobe para resistir cargas verticales sin agrietarse ni deformarse permanentemente está determinada por su resistencia a la compresión, una característica mecánica fundamental. Esta cualidad es crucial para la seguridad y estabilidad de las construcciones de adobe, ya que la mayoría de las presiones que actúan sobre los muros comprimen el material. (Ferrer y Reyes, 2022).

En el adobe tradicional, la resistencia a la compresión puede verse limitada debido a la composición y proceso de fabricación, que a menudo resulta en una matriz con cierta porosidad y cohesión variable. Sin embargo, la incorporación de aditivos naturales como la ceniza de estiércol o la fibra de totora puede aumentar significativamente esta resistencia, al mejorar la compactación y cohesión interna del material. Esto permite que el adobe soporte mayores cargas, prolongando la vida útil de las construcciones y mejorando su desempeño frente a condiciones estructurales exigentes (Ferrer y Reyes, 2022).

Una adecuada resistencia a la compresión es también indicativa de la calidad general del adobe, ya que refleja el grado de consolidación y homogeneidad de la mezcla, aspectos que son cruciales para su durabilidad y funcionalidad en aplicaciones constructivas.

2.2.9.2 Importancia para la estabilidad estructural

Esta propiedad define la capacidad del material para soportar las cargas verticales que actúan sobre las paredes y columnas, manteniendo la integridad y forma de la estructura sin sufrir deformaciones o fallas. Una resistencia adecuada asegura que el

adobe pueda resistir el peso propio y las cargas adicionales, como las del techo o el mobiliario, garantizando la seguridad de los ocupantes (Ferrer y Reyes, 2022).

Cuando el adobe carece de suficiente resistencia a la compresión, las construcciones pueden presentar problemas como el agrietamiento, el asentamiento desigual y, en casos extremos, el colapso parcial o total. Por ello, mejorar esta propiedad es fundamental para asegurar que las edificaciones sean duraderas y capaces de enfrentar las exigencias tanto estáticas como dinámicas a las que están sometidas. En regiones sísmicas o con condiciones climáticas variables, la resistencia a la compresión se vuelve aún más crucial para prevenir daños estructurales y preservar la vida útil de las construcciones (Ferrer y Reyes, 2022).

En resumen, la resistencia a la compresión no solo influye en la capacidad portante del adobe, sino que también es un pilar para la seguridad y estabilidad general de las obras, convirtiéndose en un aspecto central en el diseño y mejoramiento de materiales constructivos tradicionales.

2.2.9.3 Modificación mediante aditivos naturales

La incorporación de aditivos naturales en la fabricación del adobe es una estrategia efectiva para modificar y mejorar la resistencia a la compresión del material. Estos aditivos, que pueden incluir fibras vegetales, cenizas orgánicas y otros residuos locales, actúan reforzando la matriz del adobe y favoreciendo una mayor cohesión entre sus componentes. Al integrarse correctamente, contribuyen a aumentar la compactación y reducir la porosidad, lo que se traduce en un material más denso y resistente frente a cargas verticales (Ferrer y Reyes, 2022).

El uso de aditivos naturales permite optimizar las propiedades mecánicas sin recurrir a productos químicos sintéticos, manteniendo así la naturaleza ecológica y sostenible del adobe. Además, estas sustancias ayudan a distribuir las tensiones internas de manera más uniforme, evitando la concentración de esfuerzos que puedan provocar fracturas prematuras. Como resultado, el adobe modificado exhibe una mejor capacidad

para soportar presiones elevadas, aumentando la seguridad y durabilidad de las construcciones realizadas con este material (Ferrer y Reyes, 2022).

Este enfoque también favorece la valorización de recursos autóctonos y promueve prácticas constructivas más adaptadas a las condiciones ambientales y culturales locales, contribuyendo a la innovación dentro de la tradición constructiva.

2.2.10 Resistencia a la Flexión

La resistencia a la flexión es una propiedad mecánica que mide la capacidad del adobe para resistir fuerzas que tienden a doblar o deformar el material. Esta característica es fundamental para prevenir la aparición de grietas y fisuras causadas por esfuerzos laterales o movimientos estructurales, especialmente en zonas donde las construcciones pueden estar sujetas a cargas dinámicas o movimientos sísmicos. (Aragón, 2021).

En el adobe tradicional, la resistencia a la flexión suele ser limitada debido a la naturaleza frágil del material y la falta de refuerzos internos. Sin embargo, al incorporar aditivos naturales como fibras vegetales, es posible aumentar esta capacidad, ya que las fibras actúan como elementos de refuerzo que absorben y distribuyen las tensiones generadas por esfuerzos de doblado. Esta mejora reduce la probabilidad de fracturas superficiales y daños estructurales, contribuyendo a una mayor durabilidad y seguridad de las edificaciones.

Por lo tanto, fortalecer la resistencia a la flexión del adobe es un aspecto clave para optimizar su desempeño mecánico y garantizar construcciones más resistentes y duraderas, especialmente en contextos donde las condiciones ambientales y geológicas presentan desafíos particulares (Aragón, 2021).

2.2.10.1 Prevención de grietas y fisuras

Las fisuras suelen aparecer debido a tensiones internas generadas durante el proceso de secado o como resultado de cargas externas, cambios térmicos y movimientos estructurales. Estas fracturas, si no se controlan, pueden comprometer la integridad del

adobe y aumentar su vulnerabilidad frente a la humedad y otros agentes de deterioro (Aragón, 2021).

La incorporación de aditivos naturales, como fibras vegetales o cenizas orgánicas, juega un papel fundamental en la mitigación de estos daños. Estos materiales actúan como elementos de refuerzo que distribuyen y absorben las tensiones, evitando la concentración de esfuerzos en puntos específicos que podrían originar grietas. Además, las fibras ayudan a controlar la contracción durante el secado, reduciendo la formación de fisuras superficiales.

De esta manera, la prevención efectiva de grietas y fisuras no solo mejora la resistencia mecánica del adobe, sino que también contribuye a prolongar su vida útil y a mantener la seguridad estructural de las edificaciones, favoreciendo construcciones más sólidas y sostenibles (Aragón, 2021).

2.2.10.2 Efecto de las fibras vegetales

Las fibras vegetales desempeñan un papel crucial en la mejora de las propiedades estructurales del adobe, actuando como elementos de refuerzo dentro de la mezcla. Su incorporación contribuye a aumentar la cohesión interna del material, lo que se traduce en una mayor resistencia a la tracción y a la flexión. Al distribuir de manera uniforme las tensiones, estas fibras evitan la concentración de esfuerzos que pueden causar la formación de grietas y fisuras, aumentando así la integridad del adobe (Aragón, 2021).

Además, las fibras vegetales ayudan a controlar la contracción que ocurre durante el proceso de secado del adobe, reduciendo el riesgo de deformaciones superficiales y daños prematuros. Su presencia también mejora la flexibilidad del material, permitiendo que el adobe tolere mejor movimientos o vibraciones, lo que es especialmente beneficioso en zonas propensas a actividad sísmica.

En conjunto, el efecto de las fibras vegetales en el adobe resulta en un material más resistente, duradero y adaptado a las exigencias constructivas, manteniendo al mismo tiempo su carácter ecológico y tradicional (Aragón, 2021).

2.2.11 Absorción de Agua y Durabilidad

La absorción de agua es una propiedad crítica que afecta directamente la durabilidad del adobe como material de construcción. Cuando el adobe absorbe grandes cantidades de agua, su estructura interna puede debilitarse, provocando una disminución en la cohesión entre sus partículas y facilitando la aparición de fisuras, erosión y desgaste prematuro. Este fenómeno es especialmente preocupante en zonas con alta humedad o donde las lluvias son frecuentes, ya que compromete la integridad y estabilidad de las edificaciones (Aragón, 2021).

La durabilidad del adobe está estrechamente vinculada a su capacidad para resistir la acción del agua. Materiales con baja absorción tienden a mantener su resistencia mecánica por períodos prolongados, mientras que aquellos con alta absorción sufren deterioro acelerado. Por ello, mejorar la resistencia a la absorción es fundamental para extender la vida útil del adobe y asegurar que las construcciones permanezcan seguras y funcionales durante más tiempo.

La incorporación de aditivos naturales como fibras vegetales o cenizas orgánicas puede ayudar a reducir la porosidad del adobe y limitar la penetración de agua, favoreciendo así una mayor durabilidad. Estas mejoras permiten que el adobe conserve sus propiedades físicas y mecánicas frente a condiciones ambientales adversas, haciendo posible su uso sostenible en contextos tradicionales y modernos (Malasquez y Ramirez, 2023).

a. Relación con la vida útil del adobe

La absorción de agua influye directamente en la longevidad y desempeño del adobe como material de construcción. Cuando el adobe presenta una alta capacidad para absorber humedad, su estructura interna se ve afectada, lo que provoca una disminución en la cohesión entre sus partículas y facilita la aparición de daños como grietas, erosión y pérdida de resistencia mecánica. Estos deterioros aceleran el proceso de degradación,

acortando así la vida útil de las edificaciones construidas con este material (Malasquez y Ramirez, 2023).

Por el contrario, un adobe con baja absorción de agua es capaz de mantener sus propiedades físicas y mecánicas durante períodos más prolongados, resistiendo mejor las condiciones ambientales adversas como lluvias, humedad ambiental y ciclos de congelación y descongelación. Esto contribuye a que las construcciones sean más estables, seguras y duraderas, reduciendo la necesidad de mantenimiento frecuente y reparaciones costosas.

En este contexto, mejorar la resistencia a la absorción de agua mediante la incorporación de aditivos naturales, como fibras vegetales o cenizas orgánicas, se convierte en una estrategia clave para extender la vida útil del adobe. Estas mejoras no solo preservan la integridad del material, sino que también fomentan el uso sostenible del adobe en entornos donde las condiciones climáticas representan un reto constante (Malasquez y Ramirez, 2023).

b. Impacto de la ceniza y fibras en la capacidad de repeler humedad

La incorporación de ceniza de estiércol y fibras naturales, como la fibra de totora, en la mezcla del adobe tiene un efecto significativo en su capacidad para repeler la humedad. Estos aditivos actúan modificando la estructura interna del material, disminuyendo la porosidad y mejorando la compactación de la mezcla. Como resultado, se reduce la cantidad de agua que el adobe puede absorber, lo que es fundamental para prevenir el deterioro causado por la humedad (Malasquez y Ramirez, 2023).

La ceniza de estiércol, al contener minerales estabilizantes, contribuye a formar una matriz más densa y cohesiva, limitando la penetración del agua y aumentando la resistencia del adobe frente a condiciones húmedas. Por su parte, las fibras naturales, al

actuar como un refuerzo interno, ayudan a controlar la formación de microfisuras y grietas que podrían servir como vías para la infiltración de agua.

Este efecto combinado mejora notablemente la durabilidad del adobe, haciendo que las construcciones sean más resistentes a la erosión y al desgaste por agentes atmosféricos. Así, la utilización de ceniza y fibras no solo optimiza las propiedades mecánicas del adobe, sino que también fortalece su desempeño frente a la humedad, un factor clave para la conservación de este material en ambientes tradicionales y contemporáneos (Malasquez y Ramirez, 2023).

2.2.12 Sostenibilidad y Uso de Recursos Locales

La sostenibilidad en la construcción con adobe se basa en el aprovechamiento responsable de materiales disponibles en el entorno inmediato, promoviendo prácticas que minimizan el impacto ambiental y favorecen la economía local. Utilizar recursos autóctonos, como la tierra, la ceniza de estiércol y la fibra de totora, no solo reduce la necesidad de transportar materiales desde largas distancias, disminuyendo así la huella de carbono, sino que también impulsa el desarrollo comunitario mediante la valorización de conocimientos y productos tradicionales (Malasquez y Ramirez, 2023).

El empleo de estos recursos locales contribuye a preservar el equilibrio ecológico, al reutilizar subproductos y materias primas renovables que, de otro modo, podrían convertirse en desechos o generar impactos negativos. Además, esta práctica promueve la autosuficiencia y la resiliencia de las comunidades, al fomentar técnicas constructivas adaptadas a las condiciones climáticas y culturales propias del territorio.

De este modo, la construcción sostenible con adobe no solo representa una solución ambientalmente amigable, sino que también fortalece el tejido social y económico de las zonas rurales, apoyando la conservación del patrimonio cultural y la innovación en métodos constructivos que respetan el entorno natural (Malasquez y Ramirez, 2023).

2.3 Marco conceptual

- a. **Adobe Tradicional.** - El adobe es un material de construcción tradicional elaborado a partir de una mezcla de tierra, agua y fibras naturales. Su uso se remonta a épocas ancestrales, principalmente en regiones rurales donde los recursos naturales son abundantes y accesibles.
- b. **Aditivos Naturales.** - Los aditivos naturales son materiales de origen orgánico o mineral que se incorporan a mezclas tradicionales para mejorar sus características. En el caso del adobe, la inclusión de fibras vegetales y cenizas orgánicas puede fortalecer la cohesión, reducir la porosidad y aumentar la resistencia mecánica sin comprometer la sostenibilidad del material.
- c. **Ceniza de Estiércol.** - Producto obtenido tras la combustión controlada del estiércol animal, esta ceniza contiene compuestos minerales que actúan como estabilizantes. Su incorporación en el adobe favorece la compactación, reduce la absorción de agua y mejora la resistencia, contribuyendo a un mejor desempeño del material.
- d. **Fibra de Totorá.** - Fibra natural extraída de la planta totora, característica de ecosistemas andinos, que actúa como refuerzo mecánico dentro del adobe. Su capacidad para absorber tensiones y distribuir esfuerzos ayuda a prevenir fisuras y aumenta la resistencia a la flexión y tracción del material.
- e. **Sostenibilidad.** - El aprovechamiento de insumos autóctonos para la fabricación de adobe fomenta prácticas constructivas sostenibles, que minimizan el impacto ambiental y fortalecen la economía local. La reutilización de residuos orgánicos y el empleo de fibras regionales permiten mantener la identidad cultural y promover el desarrollo comunitario.
- f. **Propiedades del Adobe.** - La combinación de ceniza de estiércol y fibra de totora en la elaboración del adobe puede mejorar significativamente sus propiedades físico-

mecánicas, ofreciendo un material más resistente, durable y adecuado para las condiciones ambientales del distrito de Taraco.

- g. **Absorción.** - Es la capacidad de un material para absorber agua a través de su superficie. En el caso del adobe, se mide como el porcentaje de agua que el material puede retener al entrar en contacto con el agua.
- h. **Succión.** - Es la capacidad de un material de absorber agua desde su base hacia su interior por acción capilar, simulando cómo el agua se mueve a través del material al estar en contacto con la humedad del suelo o la lluvia.
- i. **Alabeo.** - Se refiere a la deformación o curvatura que puede experimentar un material debido a la exposición a cambios de humedad o temperatura, resultando en la pérdida de su forma original.
- j. **Variación Dimensional.** - Es el cambio en las dimensiones (como longitud, ancho o espesor) de un material debido a la exposición a la humedad, temperatura u otros factores ambientales. Este fenómeno es importante para evaluar la estabilidad dimensional del material.
- k. **Resistencia a la Compresión.** - Se refiere a la resistencia de un material a presiones de compresión o aplastamiento. La resistencia máxima a la compresión del adobe es la tensión que el material puede soportar antes de romperse bajo la influencia de una fuerza de compresión.
- l. **Resistencia a la Tracción.** - Es la capacidad de un material para resistir fuerzas que intentan estirarlo o separarlo. En el adobe, esta resistencia se evalúa al aplicar una carga en dirección longitudinal hasta que el material se rompa o deforme.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación se refiere al conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas que se emplean para llevar a cabo un estudio de manera sistemática y ordenada. Su objetivo principal es garantizar que la investigación se realice con rigor científico, permitiendo obtener resultados válidos y confiables. Incluye desde la selección del tipo de investigación y el diseño experimental, hasta la recolección y análisis de datos, asegurando que cada etapa del proceso esté fundamentada en principios lógicos y coherentes.

Además, la metodología orienta al investigador en la planificación y ejecución del proyecto, facilitando la toma de decisiones sobre los métodos más adecuados según el problema planteado y los objetivos perseguidos. También establece los criterios para la interpretación de los resultados y la formulación de conclusiones, contribuyendo a que el estudio tenga un carácter reproducible y verificable. En suma, la metodología de la investigación es la columna vertebral que sostiene todo el desarrollo científico y académico.

3.1 Enfoque de investigación

Se emplea un enfoque cuantitativo que implica la realización de pruebas controladas en un laboratorio especializado, donde se manipulan deliberadamente las variables relacionadas con la cantidad de aditivos incorporados en el adobe. Este enfoque cuantitativo permite obtener datos numéricos precisos y confiables, que facilitan el análisis estadístico y la comparación objetiva entre las diferentes formulaciones. De esta manera, el estudio garantiza la obtención de evidencia sólida sobre el impacto real de los aditivos en las propiedades del adobe.

La investigación cuantitativa se caracteriza por su gran dependencia del análisis numérico de datos con el objetivo de encontrar patrones, correlaciones y tendencias que permitan comprender hallazgos más generales. Este enfoque utiliza herramientas estadísticas y modelos matemáticos para examinar los datos con precisión y objetividad. Los estudios que buscan medir, cuantificar o establecer relaciones causales entre variables suelen emplear el enfoque cuantitativo. (Arias et al., 2016).

3.2 Tipo de la investigación

El tipo de investigación fue aplicada, característica de este estudio, ya que buscó ir más allá de la mera descripción para comprender el motivo por el cual la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora modificó las propiedades del adobe. Este tipo de investigación tuvo como propósito establecer las causas y mecanismos que intervinieron en el proceso, generando un conocimiento profundo sobre cómo y por qué los aditivos afectaron la resistencia, durabilidad y otras propiedades físicas y mecánicas del material tradicional.

El tipo de investigación define el propósito central del estudio. La investigación explicativa busca comprender las causas y efectos de un fenómeno, respondiendo al "por qué" y "cómo" ocurren los hechos (Arias et al., 2016). Este tipo de investigación es clave para identificar relaciones causales y generar teorías basadas en evidencia empírica.

3.3 Nivel de la investigación

El nivel es explicativo, pues busco detallar y caracterizar de manera precisa las propiedades físico-mecánicas del adobe en sus distintas variantes, con y sin la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora. A través de este nivel, se obtiene un panorama claro y detallado del comportamiento del material, lo que facilita la identificación de cambios específicos y proporciona una base sólida para el análisis comparativo y para la posterior explicación de los efectos observados.

El nivel de investigación describe el grado de profundidad y alcance con que se estudia un fenómeno. El nivel descriptivo se enfoca en observar y detallar características específicas sin intervenir, proporcionando una base para posteriores análisis más complejos. Es fundamental para comprender la naturaleza de los datos y establecer perfiles o patrones (Dharek et al., 2022).

3.4 Diseño de la investigación

Según (Dharek et al., 2022). Un diseño experimental permite establecer relaciones causales mediante la manipulación deliberada de variables independientes y la observación de sus efectos en variables dependientes bajo condiciones controladas.

El diseño experimental es la base de esta investigación, ya que se centró en la manipulación intencional y controlada de las variables independientes, que en este caso corresponden a las diferentes proporciones de ceniza de estiércol y fibra de totora añadidas al adobe tradicional. Este enfoque permitió observar con precisión cómo estas variaciones afectan las propiedades físico-mecánicas del material. La estructura experimental facilita un control riguroso de las condiciones bajo las cuales se fabrican y prueban las muestras, asegurando que los cambios observados puedan atribuirse directamente a los aditivos incorporados, lo que fortalece la validez interna del estudio.

3.5 Método de la investigación

Se adoptó el método científico como guía para desarrollar esta investigación, basado en una secuencia ordenada de pasos que incluyó la observación detallada del fenómeno, la formulación de hipótesis claras, la realización de experimentos bajo condiciones controladas, la recopilación y análisis sistemático de datos, y finalmente, la interpretación y elaboración de conclusiones fundamentadas. Este método aseguró que la investigación se condujera con rigor, objetividad y transparencia, permitiendo verificar y reproducir los resultados, además de establecer relaciones causales entre la adición de los aditivos naturales y la mejora de las propiedades del adobe.

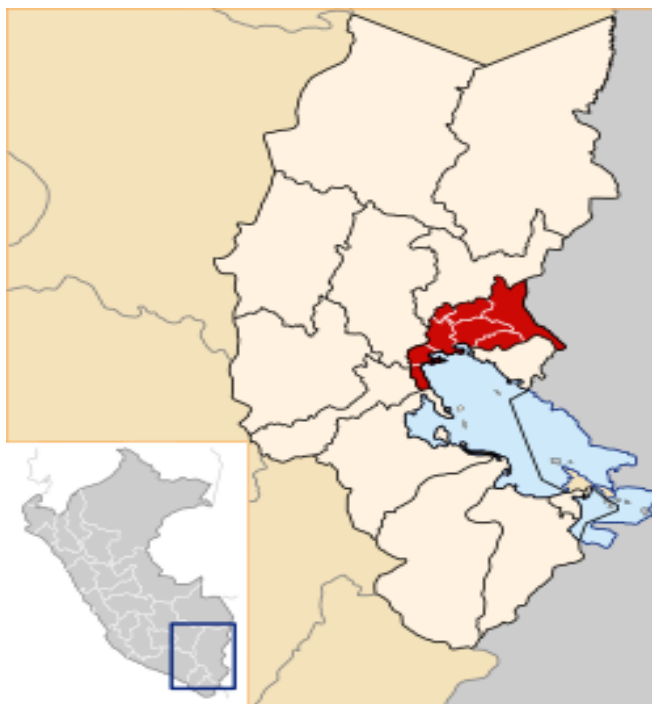
El método de investigación se refiere al proceso sistemático y ordenado utilizado para obtener conocimiento, que incluye la enunciación de hipótesis, la recolección de datos, su análisis y la interpretación de consecuencias (Dharek et al., 2022). Este método garantiza la objetividad y reproducibilidad del estudio, utilizando procedimientos científicos para asegurar la validez y confiabilidad de los hallazgos.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La población en investigación comprende el conjunto de elementos o individuos que cumplen con ciertas peculiaridades para un estudio determinado (Arias et al., 2016). Definir correctamente la población es esencial para delimitar el ámbito del estudio y asegurar que los resultados sean representativos del grupo al que se desea generalizar.

La población está constituida por el conjunto total de unidades materiales elaboradas con adobe en el distrito de Taraco que utilizan la mezcla tradicional con y sin la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora. Representa la totalidad de las posibles combinaciones y condiciones que pueden presentarse en la producción del adobe local, lo que hace que los resultados obtenidos tengan relevancia y aplicabilidad directa en el contexto de estudio.

Figura 1*Distrito de Taraco***Nota.** obtenido de Wikipedia enciclopedia

3.6.2 Muestra

La muestra es una porción seleccionada de la población que representa sus características fundamentales, permitiendo realizar inferencias sin necesidad de estudiar la totalidad (Arias et al., 2016). La selección adecuada de la muestra es vital para garantizar la validez externa y la aplicabilidad de los resultados a la población objetivo.

Se seleccionaron unidades específicas de adobe fabricadas con tres diferentes niveles de dosificación para cada aditivo natural: 3%, 6% y 9% de ceniza de estiércol y fibra de totora, respectivamente. Esta selección buscó representar adecuadamente las variaciones en las propiedades del material al modificar la cantidad de aditivos, permitiendo realizar un análisis detallado y comparativo entre las distintas proporciones. La muestra fue representativa de la población y suficientemente amplia para garantizar que los

resultados fueran estadísticamente significativos y pudieran generalizarse al contexto local.

Tabla 2

Cantidad de materiales según ensayos

Ensayos	AC	A+3%CE	A+6%CE	A+9%CE	A+3%FT	A+6%FT	A+9%FT	Total
Humedad	4	4	4	4	4	4	4	28
Absorción	4	4	4	4	4	4	4	28
Succión	4	4	4	4	4	4	4	28
Variación dimensional	4	4	4	4	4	4	4	28
Alabeo	4	4	4	4	4	4	4	28
Resistencia a compresión	12	12	12	12	12	12	12	84
Resistencia a tracción	12	12	12	12	12	12	12	84
	44	44	44	44	44	44	44	308

Nota. AC (Adobe Convencional), CE (Ceniza de Estiércol), FT (Fibra de Totora).

La tabla muestra la distribución detallada de los ensayos aplicados a diferentes muestras de adobe, las cuales han sido modificadas con distintas dosificaciones de ceniza de estiércol (3%, 6% y 9%) y fibra de totora (3%, 6% y 9%). Se evaluaron ocho propiedades específicas, que incluyen aspectos relacionados con el comportamiento físico como humedad, porcentaje de absorción, succión, variación dimensional y alabeo, así como propiedades mecánicas como resistencia a la compresión y resistencia a la tracción. Para cada tipo de muestra se realizaron cuatro repeticiones por ensayo, asegurando un total de 308 pruebas que proporcionan datos robustos y confiables para el análisis.

Este diseño experimental equilibra la cantidad de muestras y tipos de pruebas para permitir una comparación clara y precisa del impacto que cada dosificación de los aditivos tiene sobre las características del adobe. La inclusión de un grupo control sin aditivos (adobe convencional) facilita la evaluación del efecto real de la ceniza y la fibra, mientras que las múltiples dosificaciones permiten identificar tendencias y optimizar las proporciones para obtener mejores propiedades. La organización y replicación de los

ensayos garantizan la validez estadística y la representatividad de los resultados obtenidos, siendo fundamental para la interpretación y conclusiones del estudio.

La muestra para este estudio se obtendrá de:

AC : Adobe Tradicional

CE : Ceniza de Estiércol

FT : Fibra de Totorá

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

La mejora del adobe tradicional mediante la integración de adiciones naturales como la ceniza de estiércol y la fibra Totorá mejora notablemente sus capacidades físicas y mecánicas, particularmente en condiciones ambientales desafiantes como las que se encuentran en el distrito de Taraco. Cuando se integran adecuadamente en la mezcla de tierra, estos ingredientes orgánicos alteran la estructura interna del adobe, mejorando su resistencia, estabilidad y capacidad para resistir condiciones ambientales desfavorables, incluidas fluctuaciones térmicas extremas y humedad elevada.

La ceniza de estiércol funciona como un ingrediente estabilizador que mejora la cohesión del adobe, disminuye la porosidad y aumenta su resistencia a la compresión. Por el contrario, Fibra de totora sirve como un refuerzo natural que mejora la flexibilidad y mitiga la formación de fisuras, por lo tanto, aumenta la resistencia a las cargas de tracción y flexión. La fusión de estos elementos mejora la longevidad del adobe al tiempo que preserva su naturaleza ecológica y accesible, fomentando así las soluciones de construcción sostenibles adaptadas a los contextos locales.

La implementación de estas estrategias difiere en función de la cantidad y la naturaleza del aditivo utilizado, junto con los objetivos particulares de la estructura. La ceniza de estiércol, cuando se utiliza en proporciones controladas, mejora notablemente la resistencia mecánica, mientras que la fibra Totorá, debido a su composición fibrosa, ofrece

una capacidad superior para absorber tensiones internas, por lo tanto, evitando las grietas y las deformaciones. La colaboración de los dos materiales da como resultado un adobe mejorado que cumple de manera más efectiva los requisitos estructurales y ambientales del área de estudio.

Estos procedimientos constituyen una nueva alternativa a las técnicas de estabilización tradicionales que dependen de aditivos químicos o materiales industriales, que generalmente son más costosos y menos sostenibles. La reutilización de los desechos orgánicos y la utilización de recursos nativos mitiga el impacto ambiental, apoya la economía local y fomenta la preservación de las habilidades de construcción ancestrales. En consecuencia, estas soluciones mejoran la resiliencia y la eficacia del adobe tradicional, creando nuevas oportunidades para la construcción de hogares más seguros, más permanentes y ambientalmente sostenibles en las zonas rurales.

3.7.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

Para obtener datos precisos y confiables en esta investigación, se utilizaron herramientas específicas diseñadas para medir las propiedades físicas y mecánicas del adobe mejorado con ceniza de estiércol y fibra de totora. Estos instrumentos nos permitieron medir con exactitud las variables bajo estudio, facilitando un análisis claro y objetivo del comportamiento del material.

Uno de los principales equipos utilizados fue un módulo de rotura, que permitió realizar pruebas de resistencia a la compresión, midiendo los esfuerzos máximos que las muestras pudieron soportar. Esta máquina tiene sistemas electrónicos que aseguran la precisión al aplicar y registrar las cargas.

Para medir las dimensiones de las muestras y detectar posibles cambios, se utilizaron calibradores Vernier y micrómetros, que son herramientas de precisión que permiten detectar variaciones pequeñas en el largo, ancho y grosor de las muestras antes y después de los ensayos, lo cual es clave para evaluar la estabilidad del material y posibles deformaciones.

También se usó un horno de secado para medir el contenido de humedad de las muestras mediante un método de pesaje. Este equipo mantiene una temperatura controlada, lo que es esencial para obtener resultados consistentes al analizar la humedad.

Para medir la absorción de agua y la rapidez con la que el adobe toma el agua, se utilizaron balanzas electrónicas de alta precisión, que registraron el cambio de peso de las muestras después de haber sido sumergidas en agua. Esto permitió calcular el porcentaje de absorción y la velocidad de succión de manera precisa.

Finalmente, se contó con instrumentos para medir las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, durante los ensayos, para asegurarnos de que los resultados fueran representativos de condiciones reales y controladas.

La combinación de estos instrumentos garantizó una recolección de datos confiable, fundamental para validar los efectos de los aditivos naturales sobre las propiedades del adobe en el distrito de Taraco.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación de los instrumentos

Para garantizar que los datos recibidos a lo largo de los experimentos sobre el adobe modificado con ceniza de estiércol y fibra de totora fueran precisos, confiables y consistentes, fue esencial validar el equipo utilizado en esta investigación. Para ello, se emplearon diversas estrategias que aseguraron que cada herramienta cumpliera con los estándares técnicos necesarios para medir con exactitud las propiedades físicas y mecánicas del material.

Primero, se realizó una calibración exhaustiva de los equipos, como el módulo de rotura, micrómetros y balanzas electrónicas, utilizando patrones trazables y certificados por laboratorios especializados. Esta calibración se llevó a cabo antes del inicio de las pruebas y de forma periódica durante todo el proceso experimental para evitar desviaciones y errores sistemáticos.

3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

Instrumentos empleados en la tesis fue asegurada mediante protocolos rigurosos establecidos por el laboratorio de materiales de una reconocida casa de estudios superior local. Este proceso garantizó que los dispositivos utilizados para medir las propiedades físicas y mecánicas del adobe funcionaran con precisión y consistencia a lo largo de todas las pruebas.

Para evaluar la confiabilidad, se realizaron múltiples mediciones repetidas bajo las mismas condiciones, verificando la estabilidad y uniformidad de los resultados obtenidos. Los instrumentos fueron sometidos a pruebas de calibración y ajustes técnicos, asegurando que cualquier desviación fuera mínima y dentro de los márgenes aceptables para estudios científicos. Además, el personal encargado de operar los equipos cuenta con formación especializada, lo que contribuye a minimizar errores operativos y a mantener la integridad de los datos.

Este compromiso con la confiabilidad permitió obtener resultados reproducibles y representativos, lo que fortalece la validez interna de la investigación y asegura que las conclusiones sobre la influencia de los aditivos naturales en el adobe sean fundamentadas en datos sólidos y verificables.

3.9 Plan de recolección y procesamiento de datos

3.9.1 Desarrollo de plan de investigación

3.9.1.1. Búsqueda de información

La búsqueda de indagación en esta investigación se llevó a cabo de manera sistemática y rigurosa para asegurar la obtención de datos y antecedentes relevantes que fundamentaran el estudio sobre la influencia de la ceniza de estiércol y la fibra de totora en las propiedades del adobe tradicional. Inicialmente, se definieron los temas clave

relacionados con la composición del adobe, métodos de estabilización natural, propiedades físico-mecánicas, y el contexto ambiental y cultural del distrito de Taraco.

Se utilizaron diversas fuentes primarias y secundarias, incluyendo bases de datos académicas especializadas como Scopus, Web of Science, Google Scholar y SciELO, donde se consultaron artículos científicos, tesis, libros y reportes técnicos recientes, preferentemente de los últimos diez años para garantizar la actualidad de la información. Además, se revisaron normas técnicas y documentos oficiales relacionados con la construcción con adobe y materiales naturales.

La información recopilada fue organizada y analizada críticamente para seleccionar las fuentes más pertinentes y confiables, facilitando la construcción de un marco teórico sólido y la justificación de la metodología empleada. Este enfoque sistemático garantizó que la investigación estuviera sustentada en bases teóricas actualizadas y relevantes.

3.9.1.2. Ceniza de estiércol

La obtención de la ceniza de estiércol se hizo a través de un proceso controlado de quema del estiércol seco del ganado vacuno local del distrito de Taraco. Primero, se seleccionó estiércol fresco, que luego se dejó secar al aire libre por 2 semanas para reducir la humedad y facilitar una mejor quema.

Una vez seco, el estiércol se quemó de manera controlada en el patio de la vivienda del tesista, ubicada en la zona. La quema se realizó a una temperatura aproximada de 200°C a 400°C, entre 1 a 2 horas, y se monitoreó cuidadosamente para evitar humo en demasía y asegurar que el proceso fuera seguro para el medio ambiente y las personas. El procedimiento se llevó a cabo con métodos tradicionales y supervisados, para garantizar que todo fuera controlado y no hubiera riesgos.

Figura 2*Ceniza de estiércol*

Una vez completado el proceso de combustión, la ceniza resultante fue recolectada cuidadosamente y tamizada (material pasante de la malla N° 200) para eliminar impurezas y obtener un polvo fino homogéneo, apto para su mezcla con la tierra base del adobe. Este material fue almacenado en recipientes cerrados para preservar sus propiedades químicas hasta el momento de su uso.

En cuanto a la utilización, la ceniza de estiércol se incorporó en diferentes proporciones (3%, 6% y 9% respecto al peso de la muestra total en relación al peso de 01 adobe) durante la preparación de las mezclas de adobe. Se mezcló de forma homogénea con la tierra y el agua para asegurar una distribución uniforme del aditivo en toda la masa. La finalidad de este procedimiento fue aprovechar las propiedades estabilizantes y mejoradoras de la ceniza, que contribuyeron a incrementar la cohesión, reducir la porosidad y mejorar la resistencia mecánica del adobe.

Figura 3

Proceso de recolección



Todo el proceso se realizó bajo condiciones de control para garantizar la reproducibilidad y seguridad, además de optimizar la calidad del material final que fue objeto de los ensayos físico-mecánicos. La implementación de esta técnica permitió evaluar el impacto real de la ceniza de estiércol en las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco.

Figura 4

Ceniza de estiércol



Según Chahuar (2022), las propiedades químicas de las cenizas de estiércol, contienen componentes y rangos aproximados de contenido, que son:

Tabla 3

Propiedades químicas de la ceniza de estiércol

Componente Químico (Óxido/Elemento)	Proporción Típica Aproximada (%)
Óxido de Calcio (CaO) / Calcio (Ca)	Alto: 20% - 45%
Óxido de Potasio (K ₂ O) / Potasio (K)	Moderado a Alto: 5% - 15%
Óxido de Fósforo (P ₂ O ₅) / Fósforo (P)	Bajo a Moderado: 3% - 10%
Óxido de Magnesio (MgO) / Magnesio (Mg)	Bajo: 2% - 5%
Nitrógeno (N)	Prácticamente 0% (se volatiliza durante la quema)
Materia Orgánica / Carbono (C)	Muy Bajo: Menos del 1% - 5% (idealmente 0% en ceniza pura)
Micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mn)	Trazas: Menos del 1% combinado
pH (Nivel de acidez/alcalinidad)	Alcalino: pH 10 - 12 (en solución acuosa)

Nota. Tomada de (Chahuara, 2022)

3.9.1.3. Fibra de totora

La fibra de totora fue obtenida directamente de las plantas que crecen en las zonas lacustres del distrito de Taraco, donde esta especie acuática es abundante y forma parte integral del ecosistema local. Para su recolección, se seleccionaron tallos maduros y saludables, los cuales fueron extraídos cuidadosamente para evitar daños al entorno. Posteriormente, los tallos fueron llevados y procesados, donde se separaron las fibras mediante técnicas manuales, como el raspado y deshilachado, obteniendo así fibras limpias y flexibles listas para su uso en la mezcla del adobe.

Una vez extraídas, las fibras fueron secadas al sol en condiciones controladas para evitar la degradación por humedad excesiva o exposición prolongada al sol que pudiera afectar su resistencia. Luego, fueron almacenadas en lugares secos y ventilados hasta su incorporación en las mezclas de barro. Para garantizar una distribución casi homogénea, la fibra de totora se cortó en longitudes aproximadas y similares (medidas de 5 cm).

Figura 5

Procesamiento de fibra de totora



Tabla 4

Propiedades químicas de la fibra de totora

Componente Químico	Proporción Típica Aproximada (%)
Celulosa	Mayoritaria: 40% - 50%
Hemicelulosa	Moderada: 15% - 25%
Lignina	Moderada: 15% - 25%
Proteínas	Baja: 5% - 12%
Ceras y Extractivos	Baja: 3% - 10%
Cenizas / Minerales	Baja: 1% - 5%
Humedad (Fibra seca al aire)	Variable: 8% - 15%

Nota. Tomada de (Malasquez y Ramirez, 2023)

Durante la preparación del adobe, la fibra se mezcló con la tierra y el agua, integrándose como un refuerzo natural que mejoró la cohesión interna del material. Su función principal fue aumentar la flexibilidad y resistencia a la tracción, evitando la aparición de fisuras y mejorando la durabilidad del adobe. El proceso fue supervisado para mantener la uniformidad en la mezcla y asegurar que las propiedades mecánicas del material pudieran ser evaluadas con precisión en los ensayos posteriores.

Figura 6

Preparación de la fibra de totora



Tabla 5

Cantidades de material adicionado a las muestras convencionales

Descripción	Peso (Kg)	Nº Muestras	P. Parcial	Total
Muestra tradicional	13.50 (*)	44	-	-
M + 3% CE	0.405	44	17.82	
M + 6% CE	0.810	44	35.64	106.92 kg.
M + 9% CE	1.215	44	53.46	
M + 3% FT	0.405	44	17.82	
M + 6% FT	0.810	44	35.64	106.92 kg.
M + 9% FT	1.215	44	53.46	

* Peso aproximado promedio de 1 adobe

La tabla muestra las cantidades de material añadido a las muestras convencionales de adobe, especificando las diferentes proporciones de ceniza de estiércol (CE) y fibra de totora (FT) incorporadas en la mezcla. En ella, se detallan las cantidades de tierra arcillosa (M) utilizadas junto con los porcentajes específicos de aditivos, en peso (kilogramos), para cada tipo de mezcla experimental. Las combinaciones varían según el porcentaje de ceniza de estiércol o fibra de totora añadido a la mezcla base, permitiendo observar cómo la

variación en los aditivos influye en la composición del material. En tal sentido, para ceniza de estiércol, se utilizó un promedio de 110 kg, y para fibra de totora se empleó 110 kg.

3.9.2 Etapa de campo

a. Recolección de muestras

La etapa de recolección de muestras constituye una fase fundamental en el desarrollo experimental de investigación, ya que permite obtener las unidades de análisis necesarias para evaluar con precisión la influencia de la ceniza de estiércol y la fibra de totora en las propiedades del adobe tradicional. Este proceso se llevará a cabo bajo criterios técnicos y sistemáticos, asegurando que las condiciones de obtención y preparación sean homogéneas y reproducibles.

Para iniciar esta fase del estudio, se seleccionó cuidadosamente la tierra arcillosa proveniente de zonas representativas del distrito de Taraco, conocida por su uso tradicional en la fabricación de adobe. Se eligió una tierra con las características ideales de plasticidad y cohesión, propias de las tierras aptas para la elaboración de adobe. Esta tierra fue extraída de áreas específicas del distrito, las cuales habían sido previamente identificadas como fuentes de materiales de buena calidad. El proceso de extracción consistió en cavar a una profundidad de 30 cm, donde se obtuvo la tierra más homogénea y libre de contaminantes. Tras la recolección, la tierra fue transportada en camiones hasta el laboratorio de suelos de la UANCV, donde fue almacenada en condiciones secas para evitar la alteración de sus propiedades. Durante este proceso de almacenamiento, se mantuvo la tierra en un ambiente ventilado y alejada de la humedad para preservar su integridad y evitar la formación de grumos.

Simultáneamente, se recolectaron los aditivos naturales utilizados en el proceso de fabricación del adobe. La ceniza de estiércol fue obtenida mediante la combustión controlada de estiércol seco de animales de la zona. El estiércol se recolectó de granjas locales, asegurándose de que fuera completamente seco y libre de impurezas. Para su procesamiento, se colocaron los montones de estiércol en un horno rudimentario donde se



permitió la combustión a baja temperatura, controlando el proceso para evitar la formación de humo excesivo y asegurando que la ceniza fuera homogénea. Una vez procesada, la ceniza se dejó enfriar y se tamizó para eliminar posibles residuos gruesos. Este proceso de obtención y acondicionamiento permitió asegurar que la ceniza tuviera las propiedades adecuadas para su mezcla con la tierra arcillosa.

Por otro lado, la fibra de totora fue recolectada de los juncos que crecen en las orillas de los lagos cercanos a Taraco. La totora fue extraída de manera manual, cortando los tallos en su punto óptimo de madurez. Después de la recolección, los tallos de totora fueron sometidos a un proceso de secado al sol durante varios días, para asegurar que perdieran su humedad natural. Posteriormente, la fibra fue separada de los tallos mediante un proceso manual de desmenuzamiento, y luego se acondicionó cortándola en pequeños fragmentos, adecuados para ser incorporados a la mezcla del adobe. Todo este proceso de acondicionamiento y preparación de la fibra fue realizado bajo condiciones controladas para asegurar que no se perdiera ninguna de sus propiedades estructurales. Estos aditivos naturales fueron almacenados adecuadamente hasta ser utilizados en la mezcla final del adobe, listos para ser incorporados en proporciones específicas en la siguiente fase de la investigación.

Posteriormente, se elaboraron las mezclas experimentales de adobe, integrando los materiales en diferentes proporciones predefinidas: 3%, 6% y 9% tanto para la ceniza como para la fibra. Se prepararán ocho grupos de muestra, incluyendo el adobe patrón sin aditivos, y para cada grupo se fabricarán unidades con las mismas dimensiones y condiciones de curado. La mezcla fue amasada manualmente hasta alcanzar una textura uniforme y luego moldeada en bloques mediante moldes de madera estandarizados.

Una vez conformadas, las muestras fueron dejadas secar de forma natural bajo sombra durante un periodo determinado, asegurando una deshidratación lenta y uniforme para evitar fisuras prematuras. Estas unidades serán etiquetadas cuidadosamente según su dosificación y grupo correspondiente.

La recolección de muestras se realizó con rigor técnico, siguiendo una planificación estructurada para garantizar que todas las unidades cumplan con los criterios de representatividad y calidad exigidos por los ensayos físico-mecánicos. De esta manera, se asegura que los datos obtenidos durante las pruebas reflejen de forma confiable el comportamiento real del material ante las diferentes combinaciones de aditivos naturales.

3.9.3 Etapa de laboratorio

Constituye una fase crítica del proceso investigativo, ya que en ella se realizan los ensayos destinados a evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras de adobe elaboradas con distintas dosificaciones de ceniza de estiércol y fibra de totora. Esta fase se desarrollará en un entorno controlado, específicamente en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de construcción, donde se aplicarán procedimientos normalizados que aseguren precisión y repetibilidad en los resultados.

Antes de los ensayos, todas las muestras previamente secadas fueron revisadas para verificar su integridad estructural y el cumplimiento de las dimensiones estandarizadas. Cada grupo experimental fue sometido a pruebas específicas, de acuerdo con su diseño: absorción de agua, contenido de humedad, succión, variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción. Estas pruebas permitieron evaluar de forma cuantitativa el efecto de los aditivos naturales sobre el comportamiento del adobe tradicional.

Durante los ensayos de compresión y tracción, se utiliza una máquina de carga con control automático para aplicar esfuerzos progresivos hasta la falla del material. Se registran las cargas máximas soportadas por cada unidad, obteniendo datos precisos que permitirán comparar el rendimiento entre las distintas dosificaciones. Las pruebas de absorción y succión se llevarán a cabo midiendo el peso inicial y final de las muestras tras su exposición al agua durante tiempos específicos, lo cual permitió calcular el porcentaje de absorción y la tasa de ascenso capilar.

Por otro lado, los cambios en dimensiones y alabeo son evaluados utilizando instrumentos de medición de alta precisión como calibradores digitales y reglas metálicas milimetradas. Estos valores son registrados para determinar si las adiciones de ceniza y fibra aportan estabilidad dimensional al adobe.

Todos los resultados obtenidos en esta etapa fueron anotados en fichas técnicas individuales y posteriormente organizados en matrices de datos para su análisis estadístico. Esta fase, desarrollada bajo condiciones de control y exactitud, garantiza que los valores registrados reflejen de forma objetiva y científica el comportamiento de las muestras, permitiendo responder de manera concreta a los objetivos planteados en el estudio.

i. Ensayo de contenido de humedad

- El ensayo de contenido de humedad constituye una de las primeras pruebas físicas aplicadas a las muestras de adobe, y tiene como finalidad determinar la cantidad de agua presente en cada unidad tras su fabricación y secado parcial. Este parámetro es fundamental, ya que la humedad influye directamente en el comportamiento estructural del adobe, afectando su resistencia, estabilidad dimensional y susceptibilidad frente a agentes climáticos.
- Para la ejecución del ensayo, se seleccionaron muestras representativas de cada grupo experimental, incluyendo las diferentes proporciones de ceniza de estiércol y fibra de totora (3%, 6% y 9%), así como las muestras patrón sin aditivos. Cada unidad será fragmentada cuidadosamente para extraer una porción uniforme de masa que será sometida a evaluación. Esta muestra será pesada con precisión en una balanza digital de alta sensibilidad, registrando su peso inicial (masa húmeda).
- Seguidamente, las muestras fueron colocadas en un horno de secado, previamente calibrado, y expuestas a una temperatura constante de aproximadamente 105 °C durante un tiempo determinado, hasta alcanzar un peso constante. Este procedimiento

garantiza la evaporación total del agua libre contenida en el material sin alterar su estructura mineral. Finalizado el secado, se registrará el peso seco de cada muestra.

$$W(\%) = \frac{W_W}{W_S} \times 100$$

- Este valor será registrado para cada dosificación, y su análisis comparativo permite establecer si la incorporación de ceniza o fibra influye en la retención o pérdida de humedad del adobe. Esta información es clave para comprender la relación entre los aditivos naturales y el comportamiento físico del material, especialmente en condiciones de exposición a la intemperie.
- El procedimiento se repite para cada grupo de muestra con al menos tres réplicas, asegurando la confiabilidad estadística de los datos obtenidos. Esta etapa no solo proporciona información cuantitativa, sino que también sirve como base para interpretar otros ensayos vinculados con la durabilidad y la resistencia del adobe.

ii. Ensayo de análisis granulométrico

- Es una prueba fundamental que permite determinar la repartición de volúmenes de partículas en el suelo utilizado para la elaboración del adobe. Este procedimiento es esencial para conocer la proporción relativa de arenas, limos y arcillas en la mezcla, ya que estas fracciones influyen directamente en la cohesión, plasticidad, compacidad y resistencia mecánica del material.
- Para la realización de este ensayo, se toma una muestra representativa de la tierra a emplearse como base en la fabricación del adobe, asegurando que no contenga restos orgánicos, piedras grandes ni elementos contaminantes. La muestra será secada completamente en horno y luego desmenuzada manualmente para romper agregados sin triturar las partículas originales. según su tamaño de abertura, generalmente desde 4.75 mm hasta 0.075 mm.
- El conjunto de tamices fue colocado en una agitadora mecánica durante un periodo determinado (entre 10 y 15 minutos), permitiendo que las partículas se separen según

su tamaño y se distribuyan en cada tamiz. Posteriormente, se procede al pesaje individual de los residuos retenidos en cada malla utilizando una balanza de precisión, para calcular el porcentaje de masa correspondiente a cada fracción granulométrica.

- Los resultados fueron graficados en una curva granulométrica, donde se interpretará el tipo de suelo según su grado de distribución: bien graduado, pobremente graduado o uniformemente distribuido. Esta información permite validar si la tierra empleada posee una proporción adecuada de partículas finas y gruesas para la fabricación de adobe, o si requiere corrección con materiales complementarios.
- Este ensayo es particularmente relevante en investigaciones que incorporan aditivos naturales, ya que permite verificar si estos materiales alteran la textura del suelo base o afectan su comportamiento mecánico. La caracterización granulométrica constituye, por tanto, un paso indispensable para garantizar que las mezclas elaboradas mantengan una estructura interna coherente y estable, optimizando su rendimiento en ensayos posteriores como la compresión, tracción y absorción.

iii. Ensayo de absorción

- En nuestro estudio, el ensayo de absorción de agua se realizó para evaluar cómo la ceniza de estiércol y la fibra de totora afectan la capacidad de absorción del adobe tradicional. Este ensayo fue fundamental para entender la permeabilidad del material, que es importante para su durabilidad y resistencia en condiciones de humedad.
- Paso 1: Primero, se seleccionaron los adobes que iban a ser evaluados. Cada muestra fue cortada en tamaños uniformes para asegurar que los resultados fueran comparables. Las muestras fueron pesadas cuidadosamente con una balanza de alta precisión para registrar su peso inicial, antes de que se sometieran al proceso de absorción.
- Paso 2: Una vez que se tuvo el peso inicial de cada muestra de adobe, se sumergieron completamente en agua. El tiempo de inmersión fue de 24 horas, asegurando que las

muestras tuvieran suficiente tiempo para absorber el agua. Durante este tiempo, las muestras fueron mantenidas en un recipiente con agua limpia a temperatura ambiente.

- Paso 3: Después de 24 horas de inmersión, se sacaron las muestras del agua y se dejó que excediera el agua superficial (se escurrían brevemente) para eliminar cualquier agua adicional que no hubiera sido absorbida en el interior del adobe. Este paso es importante porque asegura que solo se mida la absorción interna del material y no el agua que queda en la superficie.
- Paso 4: Una vez que las muestras fueron escurridas, se pesaron nuevamente con la misma balanza de precisión. Este peso final fue registrado para poder calcular la cantidad de agua que había sido absorbida por cada muestra.

iv. Ensayo de succión

El ensayo de succión se llevó a cabo para evaluar la capacidad del adobe tradicional de absorber agua a través de su superficie, simulando la acción del agua que se mueve hacia el interior del material desde su superficie cuando entra en contacto con la humedad.

- Paso 1: Se seleccionaron varias muestras de adobe, tanto de los tipos tradicionales como aquellos mejorados con ceniza de estiércol y fibra de totora. Las muestras fueron recortadas a un tamaño uniforme, con medidas que permitieron realizar comparaciones entre ellas. Antes de comenzar con el ensayo, cada muestra fue pesada cuidadosamente para obtener su peso inicial y asegurarse de que todas tuvieran características homogéneas.
- Paso 2: Cada muestra fue colocada de manera vertical en un recipiente con agua. Solo se sumergió la base de cada muestra en el agua, mientras que la parte superior quedó expuesta al aire. Este proceso simula la succión de agua desde la base del adobe hacia su interior, de acuerdo con lo que ocurre en condiciones naturales cuando el material entra en contacto con el agua del suelo o la lluvia.

- El nivel del agua en el recipiente se mantuvo constante durante todo el ensayo, asegurando que la base de las muestras estuviera siempre en contacto con el agua. Se controló la temperatura ambiental para que las condiciones fueran estables y representativas de una situación normal en la que el adobe podría estar expuesto a la humedad.
- Paso 3: Durante el ensayo, se observó el comportamiento de las muestras a lo largo del tiempo. Las muestras fueron monitorizadas a intervalos regulares de 10 minutos durante las primeras 2 horas, y luego cada 30 minutos durante un total de 6 horas. Durante estas observaciones, se registraba la cantidad de agua que las muestras absorbían. En algunos casos, si se detectaba que las muestras estaban completamente saturadas, se tomaban medidas para retirar el exceso de agua de la base y evitar una saturación excesiva.
- Paso 4: Al finalizar el período de succión, se retiraron las muestras del recipiente y se dejó que escurriesen ligeramente para eliminar el exceso de agua superficial. Luego, las muestras fueron pesadas nuevamente con una balanza de precisión para obtener su peso final. Este peso final reflejó la cantidad de agua absorbida por cada muestra a través del proceso de succión.
- Paso 5: Cada muestra fue pesada varias veces a lo largo del ensayo para evaluar la cantidad de agua absorbida en cada intervalo de tiempo. Las diferencias en el porcentaje de succión entre las muestras de adobe tradicional y aquellas con los aditivos de ceniza de estiércol y fibra de totora fueron registradas. Estos datos nos permitieron comparar la eficacia de los aditivos para reducir la succión y, por lo tanto, mejorar la resistencia del adobe a la penetración de agua.

v. Ensayo de alabeo

- El ensayo de alabeo se realizó para evaluar la deformación de las muestras de adobe tradicional y las mejoradas con ceniza de estiércol y fibra de totora bajo condiciones de

humedad y temperatura. Este ensayo es esencial para determinar cómo las muestras mantienen su forma y si tienden a doblarse o torcerse debido a la absorción de agua.

- Paso 1: Se seleccionaron varias muestras de adobe de diferentes tipos. Cada muestra fue cuidadosamente medida en longitud, ancho y espesor usando un calibrador Vernier, y se registraron los datos iniciales para tener un punto de referencia claro.
- Paso 2: Las muestras fueron sometidas a cambios de humedad en un ambiente controlado, en el cual las muestras fueron expuestas a la humedad ambiental o sumergidas parcialmente en agua, de manera similar a lo que sucedería en condiciones de lluvia o contacto con agua.
- Paso 3: A lo largo del ensayo, las muestras fueron observadas para detectar cualquier signo de alabeo o curvatura. Se midieron regularmente las variaciones en la planitud de las muestras, evaluando si presentaban doblamientos hacia un lado o si mantenían su forma original.

vi. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra

- Resistencia a la compresión es una de las pruebas mecánicas más importantes en la caracterización del adobe, ya que permite determinar la capacidad del material para soportar cargas axiales sin colapsar. Este parámetro es esencial para evaluar el comportamiento estructural de los bloques en edificaciones, especialmente en muros portantes sometidos a esfuerzos verticales.
- Para la ejecución de esta prueba, se seleccionaron muestras previamente secadas, representativas de cada grupo experimental, incluidas las distintas dosificaciones de ceniza de estiércol y fibra de totora (3%, 6% y 9%), además del bloque patrón sin aditivos. Todas las unidades deben cumplir con dimensiones normalizadas, sin grietas visibles ni deformaciones significativas.
- Las muestras son colocadas cuidadosamente en una prensa hidráulica o máquina universal de ensayo. Esta máquina aplica una carga axial creciente sobre la superficie

superior del adobe, a una velocidad de compresión constante y controlada, hasta que la muestra colapse o sufra una fractura significativa. Durante el ensayo, se registrará la carga máxima soportada por cada bloque, la cual se empleará para calcular el esfuerzo de compresión.

- La resistencia obtenida permitió comparar de forma cuantitativa la influencia de los aditivos naturales sobre el comportamiento mecánico del adobe. Este ensayo se repetirá con al menos tres muestras por grupo para garantizar la confiabilidad estadística de los resultados.
- El análisis de estos datos aporta información clave sobre la viabilidad del uso de ceniza de estiércol y fibra de totora como estabilizantes naturales. Un aumento significativo en la resistencia a la compresión indica que las mezclas mejoradas pueden ser utilizadas en construcciones con mayores exigencias estructurales, sin recurrir a aditivos industriales.
- Este ensayo se considera esencial en la validación del desempeño del adobe mejorado, y sus resultados servirán como base comparativa frente a las especificaciones mínimas establecidas en normas técnicas, como la E.080 de edificaciones de tierra.

vii. Ensayo de resistencia a la tracción

El ensayo de resistencia a la tracción se llevó a cabo para medir la capacidad del adobe tradicional y las muestras mejoradas con ceniza de estiércol y fibra de totora para resistir fuerzas que intentan separarlas o romperlas. Este ensayo es crucial para evaluar la durabilidad y la resistencia mecánica del material cuando se somete a esfuerzos de estiramiento o tracción.

- Paso 1: Se seleccionaron varias muestras de adobe de diferentes tipos. Cada muestra fue cuidadosamente cortada y moldeada a una forma estándar, asegurando que todas tuvieran dimensiones uniformes. Las muestras fueron medidas en longitud, ancho y

espesor con precisión para garantizar la comparabilidad de los resultados. Además, se registró su peso inicial.

- Paso 2: Las muestras de adobe fueron colocadas en una máquina de ensayo universal diseñada para realizar pruebas de tracción. Este equipo permite aplicar una fuerza gradual y controlada a la muestra hasta que se produce una ruptura. Las muestras fueron sujetadas de forma segura en los extremos para que la carga se aplicara de manera uniforme y sin deslizamientos.
- Paso 3: La máquina de ensayo comenzó a aplicar una carga creciente sobre la muestra, ejerciendo fuerza en dirección a su eje largo. La carga se aplicó lentamente y se registraron los valores de fuerza y el desplazamiento en el momento en que la muestra comenzó a deformarse. Se monitorearon los cambios dimensionales de las muestras a medida que aumentaba la carga, hasta que finalmente la muestra se rompió.
- Paso 4: Una vez que la muestra se rompió, la carga máxima que soportó antes de la ruptura fue registrada como el valor de resistencia a la tracción. Se repitió el ensayo con varias muestras de adobe de cada tipo (tradicional y con aditivos), y se compararon los resultados obtenidos. Además, se tomaron en cuenta las características de la fractura para evaluar el comportamiento del material bajo carga.

3.9.4 Etapa de gabinete

La etapa de gabinete constituyó la fase final del proceso metodológico en esta investigación y tuvo como propósito central la organización, procesamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos durante los ensayos físicos y mecánicos realizados en laboratorio. Esta etapa fue fundamental, ya que a través de ella se transformaron los resultados numéricos y cualitativos en información útil para validar o rechazar las hipótesis planteadas, así como para responder a los objetivos específicos del estudio.

El trabajo de gabinete comenzó con la revisión exhaustiva de las fichas técnicas de cada ensayo. Los datos recolectados durante la fase experimental —como resistencia a la compresión, contenido de humedad, absorción de agua, succión capilar, alabeo, y variación dimensional— fueron organizados en matrices estadísticas, separadas por grupos experimentales y por tipo de aditivo y dosificación (3%, 6% y 9%). Este orden permitió una comparación clara entre las muestras tratadas con ceniza de estiércol, fibra de totora, sus combinaciones y el adobe patrón.

Una vez ordenados los datos, se procedió al cálculo de parámetros estadísticos relevantes como medias, desviaciones estándar y porcentajes de variación. Esto permitió identificar tendencias y evaluar la consistencia de los resultados. En caso de anomalías o valores atípicos, se revisaron los registros de laboratorio para confirmar o descartar errores de medición o de procedimiento.

Luego, se elaboraron gráficos comparativos (barras, líneas, dispersión) que visualizaban las variaciones de comportamiento entre los diferentes tratamientos. Estas representaciones gráficas facilitaron la interpretación de la influencia de los aditivos naturales en cada propiedad del adobe. A su vez, se realizaron análisis comparativos con normativas vigentes, como la Norma Técnica Peruana E.080, para determinar si las mezclas mejoradas cumplían o superaban los requisitos mínimos establecidos para construcciones con tierra.

Finalmente, los resultados interpretados se integraron en la discusión, permitiendo extraer conclusiones sólidas y formular recomendaciones aplicables tanto en el ámbito académico como en el campo de la construcción sostenible. Esta etapa se apoyó en herramientas informáticas como hojas de cálculo, software estadístico básico y procesadores de texto técnico, que permitieron sistematizar la información con precisión y claridad.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Esta sección presenta los hallazgos obtenidos durante la ejecución de los ensayos físicos y mecánicos aplicados a las muestras de adobe modificadas con diferentes porcentajes de ceniza de estiércol y fibra de totora. Los resultados expuestos reflejan las variaciones observadas en el comportamiento del material frente a las distintas pruebas realizadas, tales como la resistencia a la compresión, absorción de agua, contenido de humedad, deformación, y otros indicadores clave que permiten evaluar su rendimiento estructural y durabilidad. Cada conjunto de datos ha sido documentado de forma precisa, categorizado según el tipo y dosificación del aditivo natural incorporado, lo que permite realizar una lectura comparativa efectiva entre las muestras.

El análisis de estos resultados permite apreciar no solo los beneficios cuantificables que aportan los aditivos naturales al adobe tradicional, sino también identificar comportamientos particulares que emergen a partir de ciertas combinaciones o porcentajes. En esta etapa, los datos registrados en laboratorio adquieren significado técnico y práctico, al evidenciar el impacto directo que tienen los materiales locales sobre la calidad del adobe.

4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional

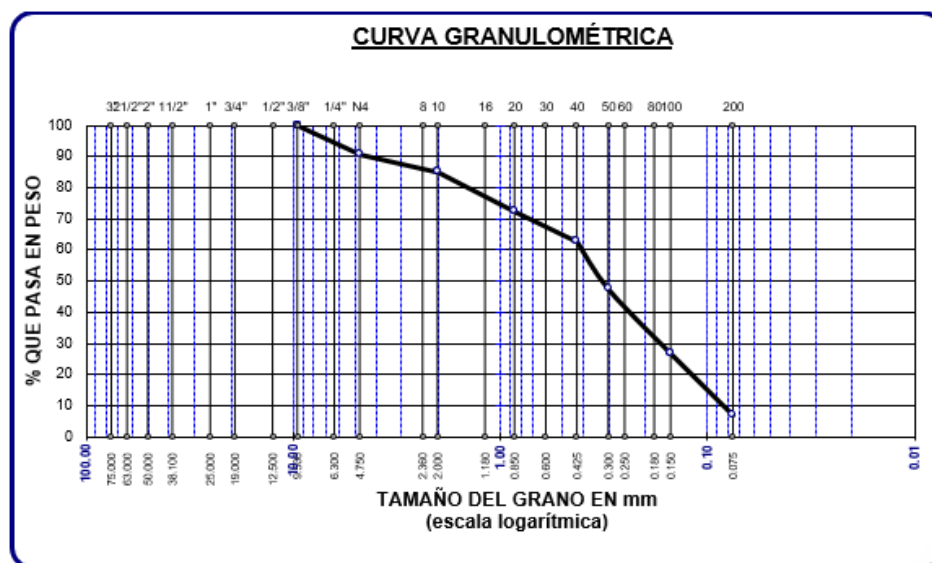
a. Propiedades físicas del adobe local en Taraco

a.1. Estudio de granulometría

El estudio de granulometría, también conocido como análisis granulométrico, es un procedimiento que permite determinar la distribución del tamaño de los granos que componen un suelo o material pulverulento. Esta evaluación es fundamental en el campo de la ingeniería y la construcción, ya que influye directamente en la cohesión, compactación, permeabilidad y resistencia del material. A través de métodos como el tamizado o la sedimentación, se clasifica el material en fracciones (arena, limo y arcilla), lo que permite predecir su comportamiento mecánico y su idoneidad para aplicaciones específicas, como la elaboración de bloques de adobe.

Figura 7

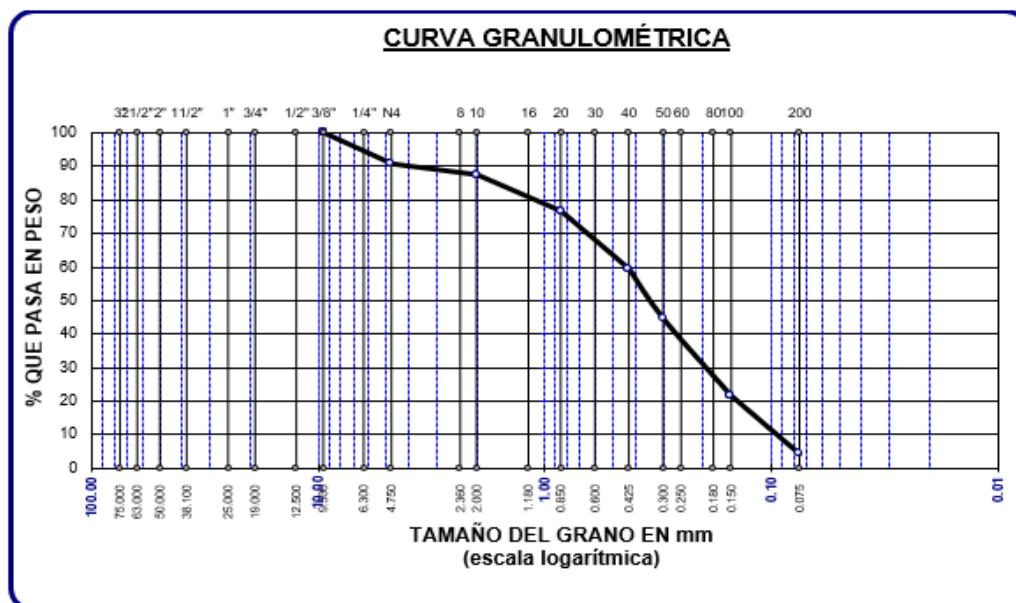
Rango de tamizaje del material particulado - 01



La gráfica muestra la curva granulométrica de los suelos utilizados para elaborar adobes, representando la distribución de tamaños de las partículas en función del porcentaje en peso que pasa a través de los tamices. Esta curva es crucial para evaluar la calidad del suelo, ya que la adecuada distribución de partículas afecta la cohesión, resistencia y durabilidad de los adobes en la construcción.

Figura 8

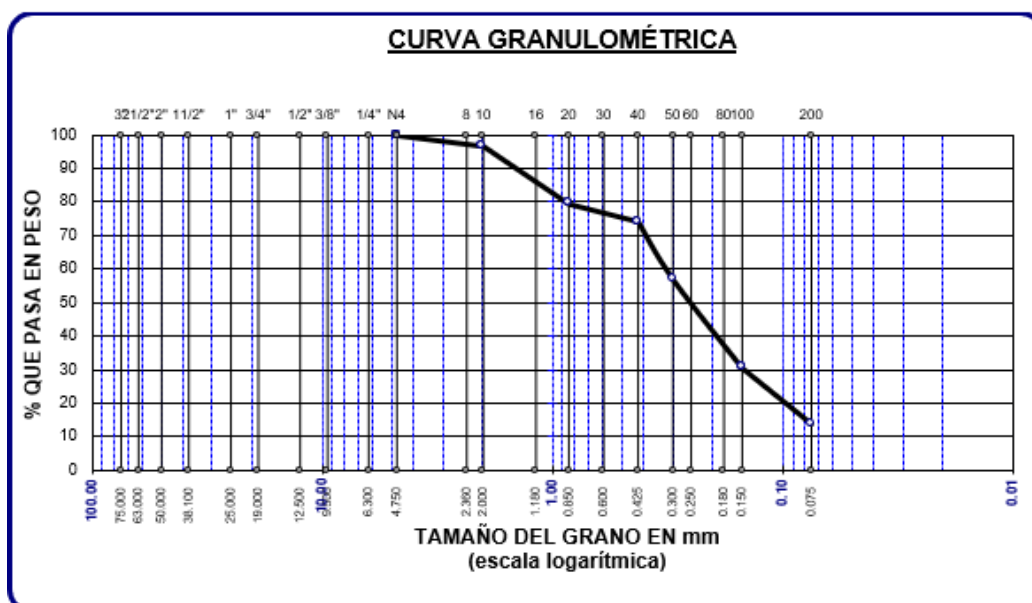
Rango de tamizaje del material particulado - 02



La gráfica muestra la curva granulométrica de los suelos utilizados para elaborar adobes, representando la distribución de tamaños de las partículas en función del porcentaje en peso que pasa a través de los tamices. Esta curva es crucial para evaluar la calidad del suelo, ya que la adecuada distribución de partículas afecta la cohesión, resistencia y durabilidad de los adobes en la construcción.

Figura 9

Rango de tamizaje del material particulado - 03



La gráfica muestra la curva granulométrica de los suelos utilizados para elaborar adobes, representando la distribución de tamaños de las partículas en función del porcentaje en peso que pasa a través de los tamices. Esta curva es crucial para evaluar la calidad del suelo, ya que la adecuada distribución de partículas afecta la cohesión, resistencia y durabilidad de los adobes en la construcción.

a.2. Límite de consistencia

Tabla 6

Mediciones de consistencia y estabilidad en muestras de suelo 01

Prueba	%
LL	35.98
LP	18.26
ÍP	17.72

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas de consistencia realizadas sobre la muestra de suelo identificada como 01. En ella se reportan tres parámetros fundamentales: el Límite Líquido (LL) con un valor de 35.98%, el Límite Plástico (LP) con 18.26%, y el Índice de Plasticidad (IP), calculado como la diferencia entre ambos, que corresponde a 17.72%. Estos valores fueron determinados en laboratorio y permiten identificar el grado de plasticidad del suelo, así como su comportamiento frente a variaciones de humedad.

Tabla 7

Mediciones de consistencia y estabilidad en muestras de suelo 02

Prueba	%
LL	33.79
LP	16.97
ÍP	16.82

La tabla muestra los resultados correspondientes a las mediciones de consistencia y estabilidad realizadas en la muestra de suelo 02, obtenidos a través de ensayos de

laboratorio. Se reporta un Límite Líquido (LL) de 33.79%, un Límite Plástico (LP) de 16.97%, y un Índice de Plasticidad (IP) de 16.82%, calculado como la diferencia entre los dos primeros valores. Estos indicadores permiten caracterizar el comportamiento del suelo frente a cambios de humedad, definiendo su grado de plasticidad. En este caso, los valores reflejan un suelo con consistencia intermedia, lo cual es relevante al momento de evaluar su adecuación para la elaboración de adobe, ya que afecta tanto la manejabilidad de la mezcla como la resistencia del material una vez endurecido.

Tabla 8

Mediciones de consistencia y estabilidad en muestras de suelo 03

Prueba	%
LL	32.26
LP	17.16
ÍP	15.10

La tabla muestra los resultados obtenidos en los ensayos de consistencia realizados sobre la muestra de suelo 03, dentro del laboratorio. Los datos corresponden al Límite Líquido (LL), con un valor de 32.26%, el Límite Plástico (LP), que alcanza un 17.16%, y el Índice de Plasticidad (IP), calculado en 15.10%. Estos parámetros permiten evaluar la capacidad del suelo para cambiar de estado en función del contenido de humedad, lo cual es crucial para determinar su comportamiento durante el moldeo, secado y endurecimiento del adobe. El nivel de plasticidad observado indica que el material posee una trabajabilidad moderada, lo que puede favorecer la mezcla con aditivos como la ceniza de estiércol o fibra de totora, mejorando su cohesión sin comprometer la resistencia estructural.

a.3. Humedad natural de adobe tradicional

Tabla 9

Presencia de agua en los elementos de estudio

Adobe convencional	Testigo sumer.	Secado	Peso del agua	% humedad	Promedio
I	3178	2442	736	23.16%	22.06%
II	3189	2563	626	19.63%	
III	3083	2375	708	22.96%	
IV	3081	2396	685	22.23%	
V	3136	2436	700	22.32%	

La tabla muestra los resultados obtenidos en la evaluación del contenido de humedad en los cuerpos de prueba correspondientes al adobe convencional. Para cada muestra se midió el peso en estado húmedo (testigo sumergido), seguido de un proceso de secado en el que se registró el peso seco, permitiendo calcular el peso del agua evaporada. A partir de estos datos se determinó el porcentaje de humedad presente en cada unidad, siendo los valores individuales: 23.16%, 19.63%, 22.96%, 22.23% y 22.32%. El promedio general calculado para este grupo fue de 22.06%. Estos resultados permiten identificar el nivel de retención hídrica del adobe sin aditivos, lo cual es un factor relevante para analizar su comportamiento frente a la absorción, secado y posible deterioro por humedad. Además, este dato servirá como referencia comparativa frente a las muestras estabilizadas con ceniza de estiércol y fibra de totora.

a.4. Porcentajes de absorción de las muestras convencionales

Tabla 10

Ensayo de absorción sobre las muestras naturales

DESCRIP. DE LA MUESTRA	MUESTRA	ADOBE SECO kg	SATURADO kg	% ABSORCION
ADOBE CONVENCIONAL	T - 1	10746	12083	12.44
	T - 2	10841	12212	12.65
	T - 3	10621	12052	13.47
	T - 4	10796	12096	12.04
	PROMEDIO			12.65%

La tabla presenta los resultados del ensayo de absorción realizado sobre muestras de adobe convencional, evaluando su comportamiento frente a la saturación de agua. Se midieron los pesos de las muestras en estado seco y después de ser expuestas al agua hasta alcanzar su punto de saturación. Los valores de absorción obtenidos varían entre 11.47% y 12.85%, con un promedio general de 12.65%. Este resultado indica que el adobe sin aditivos posee una absorción moderada, lo cual es un factor clave al considerar su resistencia frente a la humedad ambiental y a posibles deterioros por infiltración prolongada.

a.5. Succión de adobe tradicional

Tabla 11

Determinación de succión del adobe de tipo tradicional

N.º	Área cm2	Succión gr/800 cm2
T-1	800.00	11.94
T-2		12.91
T-3		12.34
T-4		12.88
Prom.		12.52

La tabla presenta los resultados del ensayo de succión realizado sobre muestras de adobe tradicional, con una superficie estandarizada de 800 cm² por unidad. Se evaluó la capacidad del material para absorber agua por capilaridad durante un periodo controlado. Los valores obtenidos indican que las muestras absorbieron entre 11.94 y 12.91 gramos de agua por cada 800 cm², lo que se traduce en un promedio general de succión de 12.52 g/800 cm².

a.6. Análisis de variación dimensional**Tabla 12***Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada (largo)*

Muestra	Largo(cm)					Prom.	V (%)
	M1	M2	M3	M4	M5		
T-1	39.87	40.08	39.87	40.16	40.19	40.03	-0.08
T-2	40.09	39.88	39.97	40.16	40.13	40.05	-0.11
T-3	39.95	39.98	39.87	40.19	40.22	40.04	-0.11
T-4	39.99	39.98	39.89	40.23	40.22	40.06	-0.15

La tabla expone los resultados obtenidos en el análisis de variación dimensional en la longitud de bloques de adobe tradicional. Para cada una de las muestras (T-1 a T-4), se realizaron cinco mediciones individuales, permitiendo obtener un valor promedio representativo del largo en centímetros. Las variaciones son mínimas, con promedios que oscilan entre 40.03 cm y 40.06 cm. El cálculo de la variación porcentual (V %) respecto a la dimensión nominal evidencia una contracción leve, con valores negativos que van de -0.08% a -0.15%. Estos resultados indican que, aunque existe una ligera reducción dimensional tras el secado, el comportamiento del material se mantiene estable y dentro de rangos aceptables para su uso constructivo.

Tabla 13*Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada (ancho)*

Muestra	Ancho(cm)					Prom.	V (%)
	M1	M2	M3	M4	M5		
T-1	20.11	20.14	19.93	19.91	20.08	20.03	-0.17
T-2	19.77	19.85	20.78	19.78	19.87	20.01	-0.05
T-3	19.93	19.82	20.13	20.17	19.98	20.01	-0.03
T-4	19.78	19.96	19.9	20.17	20.17	20.00	0.02

La tabla presenta los resultados del análisis de variación dimensional en el ancho de bloques de adobe convencional. Para cada muestra (T-1 a T-4), se realizaron cinco mediciones, obteniendo promedios que oscilan entre 20.00 cm y 20.03 cm. La columna V (%) indica el grado de variación porcentual respecto al valor teórico esperado, mostrando leves contracciones en algunas muestras, como en T-1 (-0.17%) y T-2 (-0.05%), mientras que T-4 presenta una ligera expansión (0.02%). Estos resultados reflejan una estabilidad aceptable en las dimensiones laterales del adobe, lo cual es favorable para la uniformidad en obra y la compatibilidad entre unidades al momento del montaje.

Tabla 14

Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada (altura)

Muestra	Largo(cm)					Prom.	V (%)
	M1	M2	M3	M4	M5		
T-1	10.12	10.2	9.89	9.88	9.87	9.99	0.08
T-2	10.13	9.98	9.92	10.2	10.08	10.06	-0.62
T-3	10.14	9.98	9.85	10.21	10.18	10.07	-0.72
T-4	9.95	9.89	9.87	10.19	10.14	10.01	-0.08

La tabla muestra los resultados obtenidos en el análisis de variación dimensional de la altura en bloques de adobe tradicional. Se realizaron cinco mediciones por muestra (T-1 a T-4), obteniendo promedios que fluctúan entre 9.99 cm y 10.07 cm. La variación porcentual (V %) indica comportamientos distintos entre los especímenes, con algunas muestras mostrando ligera contracción, como T-2 (-0.62%) y T-3 (-0.72%), mientras que T-1 exhibe una expansión mínima de 0.08%.

a.7. Alabeo de una muestra convencional**Tabla 15***Valoración de los efectos de alabeo en la muestra natural*

<i>Muestra</i>	Cara superior		Cara inferior		Alabeo	
	Cóncavo - (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
A.C. 1	1.63	1.31	1.72	2.10	1.31	1.68
A.C. 2	1.69	1.42	1.73	1.78	1.71	1.60
A.C. 3	1.42	1.36	1.76	1.53	1.59	1.45
A.C. 4	2.10	1.73	2.28	1.82	2.19	1.78

La tabla muestra los resultados obtenidos en el estudio de alabeo realizado sobre cuatro muestras de adobe natural. Se registraron las deformaciones en las caras superior e inferior del adobe, tanto en la dirección cóncava como convexa, expresadas en milímetros (mm). En la cara superior, las muestras A.C. 1, A.C. 2, A.C. 3 y A.C. 4 presentaron variaciones cóncavas entre 1.42 mm y 2.10 mm, mientras que, en la cara inferior, las deformaciones fueron ligeramente mayores, con un rango entre 1.53 mm y 2.28 mm. El alabeo, medido como la diferencia total entre la deformación cóncava y convexa, varió entre 1.45 mm y 2.19 mm. Estos datos permiten evaluar la uniformidad del material y su capacidad para mantener la forma durante el proceso de secado, lo que es crucial para garantizar la estabilidad estructural del adobe en las construcciones.

a.8. Resistencia a compresión en 7 días

La resistencia a compresión de las muestras elaboradas hasta los 7 días se refiere a la capacidad de los bloques de adobe, fabricados con los materiales estudiados, para soportar una carga axial progresiva sin fracturarse o deformarse permanentemente, durante el primer periodo de curado (7 días).

Tabla 16*Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión en el día 7*

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD DIAS	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
T - 1	7	3187.45	4.01
T - 2		3197.12	4.00
T - 3		3203.63	4.03
T - 4		3202.97	4.00
promedio			4.01

Los resultados de la resistencia a compresión de las muestras de adobe natural a los 7 días de curado. Se registró la carga máxima soportada por cada muestra en kilogramos (kg), así como la carga kg/cm², que refleja la resistencia específica del material. Los valores obtenidos para la carga en kg/cm² varían entre 4.00 y 4.03, con un promedio de 4.01 kg/cm², lo que indica una resistencia bastante homogénea entre las muestras. Estos resultados permiten evaluar el comportamiento inicial del adobe ante esfuerzos compresivos, un factor clave para determinar su viabilidad estructural en las primeras etapas de uso.

Tabla 17*Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión en el día 14*

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD DIAS	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
T - 1	14	6915.63	8.66
T - 2		6911.74	8.67
T - 3		6920.63	8.70
T - 4		6916.74	8.62
Prom.			8.66

La tabla presenta los resultados de los ensayos de compresión realizados sobre las muestras de adobe natural a los 14 días de curado. Se muestra la carga máxima soportada por cada muestra (T-1 a T-4), así como la carga específica por unidad de área (kg/cm²). Los valores de resistencia a compresión se distribuyen entre 8.62 kg/cm² y 8.70 kg/cm², con una ligera variación entre las muestras. El promedio general para las cuatro muestras

es de 8.66 kg/cm^2 , lo que indica una resistencia consistente en los bloques de adobe durante el período de curado. Este dato es importante para evaluar la capacidad estructural del adobe a medida que avanza su proceso de endurecimiento.

Tabla 18

Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión en el día 28

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD DIAS	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
T - 1	28	10367.52	13.00
T - 2		10288.25	12.95
T - 3		10320.71	13.00
T - 4		10313.74	12.90
promedio			12.96

La tabla presenta los resultados de los ensayos de compresión realizados sobre las muestras de adobe natural a los 28 días de curado. Los valores de carga máxima soportada por cada muestra se muestran en kilogramos (kg), con los correspondientes valores de carga expresados en kg/cm^2 . Los resultados obtenidos para la resistencia a compresión varían entre 12.90 kg/cm^2 y 13.00 kg/cm^2 , con un promedio general de 12.96 kg/cm^2 . Este aumento en la resistencia con respecto a los ensayos anteriores (7 y 14 días) indica una mejora en la capacidad estructural del adobe, lo que refuerza su viabilidad para su uso en la construcción.

a.9. Resistencia a tracción de los testigos (días 7,14 y 28)

Tabla 19

Registros de los valores de tracción para las muestras sometidas a prueba 7

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD DIAS	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
T - 1	7	247.28	0.311
T - 2		240.97	0.301
T - 3		252.42	0.317
T - 4		258.76	0.323
Prom.			0.313

La tabla presenta los resultados obtenidos en los ensayos de tracción realizados a las muestras de adobe natural a los 7 días de curado. Se muestra la carga máxima soportada por cada muestra, expresada en kilogramos (kg), así como la carga específica en kg/cm^2 . Los valores de resistencia a la tracción oscilan entre $0.301 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y $0.323 \text{ kg}/\text{cm}^2$, con T-4 mostrando la mayor resistencia. El promedio general de la resistencia a la tracción para todas las muestras es de $0.313 \text{ kg}/\text{cm}^2$, lo que proporciona un parámetro para evaluar la capacidad del adobe para resistir fuerzas de tracción durante su uso en la construcción.

Tabla 20

Registros de los valores de tracción para las muestras sometidas a prueba 14

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD DIAS	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm^2)
T - 1	14	702.42	0.880
T - 2		701.96	0.881
T - 3		710.74	0.893
T - 4		699.16	0.871
promedio			0.881

La tabla presenta los resultados obtenidos en los ensayos de tracción realizados a las muestras de adobe natural a los 14 días de curado. Se muestra la carga máxima soportada por cada muestra, expresada en kilogramos (kg), así como la carga específica en kg/cm^2 . Los valores de resistencia a la tracción oscilan entre $0.871 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y $0.893 \text{ kg}/\text{cm}^2$, con T-3 mostrando la mayor resistencia. El promedio general de la resistencia a la tracción es de $0.881 \text{ kg}/\text{cm}^2$, lo que indica una mejora en la capacidad de las muestras para resistir esfuerzos de tracción en comparación con los resultados obtenidos a los 7 días. Estos datos son clave para evaluar la durabilidad y desempeño del material bajo condiciones de tensión.

Tabla 21*Registros de los valores de tracción para las muestras sometidas a prueba 28*

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD DIAS	CARGA (kg.)	CARGA f_m (kg/cm ²)
T - 1	28	861.79	1.081
T - 2		857.24	1.079
T - 3		850.93	1.072
T - 4		863.09	1.079
promedio			1.078

La tabla muestra los resultados obtenidos en los ensayos de tracción realizados a las muestras de adobe natural a los 28 días de curado. Se presenta la carga máxima soportada por cada muestra, expresada en kilogramos (kg), así como la carga específica en kg/cm². Los valores de resistencia a la tracción varían entre 1.072 kg/cm² y 1.081 kg/cm², con T-1 mostrando la mayor resistencia con 1.081 kg/cm². El promedio general de la resistencia a la tracción es de 1.078 kg/cm², lo que indica que, después de 28 días de curado, el adobe ha alcanzado una mayor capacidad para resistir esfuerzos de tracción, mejorando su rendimiento estructural.

4.1.2 Influencia de la aplicación de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre las propiedades físicas del adobe tradicional

La evaluación de alteraciones físicas de los adobes modificados se refiere al proceso de análisis y medición de los cambios en las propiedades físicas de los bloques de adobe que han sido tratados con aditivos, como ceniza de estiércol o fibra de totora. Este estudio incluye la observación de variaciones en la resistencia, la absorción de agua, la estabilidad dimensional (como la expansión o contracción) y la dureza del material. El objetivo es determinar cómo estos aditivos afectan la durabilidad y el rendimiento del adobe frente a condiciones ambientales y mecánicas, asegurando que las modificaciones mejoren la calidad y la resistencia del material para su uso en la construcción.

a.1. Humedad natural del adobe**Cálculo del contenido de humedad en los adobes modificados****Tabla 22***Nivel de humedad de los especímenes*

RESULTADOS DE LOS CALCULOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	23.16%	24.27%	22.53%	23.37%	25.74%	27.16%	28.96%
2	19.63%	25.69%	24.86%	24.69%	24.36%	26.41%	28.34%
3	22.96%	23.12%	23.72%	26.74%	24.13%	26.39%	27.98%
4	22.23%	22.96%	24.15%	22.38%	25.12%	27.41%	28.78%
5	22.32%	23.37%	22.96%	25.28%	23.98%	26.16%	28.37%
Promedio	22.06%	23.88%	23.64%	24.49%	24.67%	26.71%	28.49%

Evaluar el contenido de humedad de las muestras de adobe modificadas con diferentes aditivos naturales como ceniza de estiércol y fibra de totora. Este análisis ayuda a determinar cómo las variaciones en las proporciones de los aditivos afectan la capacidad del adobe para retener agua, lo que impacta directamente en sus propiedades físicas y mecánicas, como la resistencia y la durabilidad.

Muestras Analizadas:

Seis muestras de adobe fueron preparadas y cada una se modificó con distintos porcentajes de los aditivos naturales:

- Muestra 1: Adobe + 3% de ceniza de estiércol
- Muestra 2: Adobe + 6% de ceniza de estiércol
- Muestra 3: Adobe + 9% de ceniza de estiércol
- Muestra 4: Adobe + 3% de fibra de totora
- Muestra 5: Adobe + 6% de fibra de totora
- Muestra 6: Adobe + 9% de fibra de totora

Método de Medición de Humedad:

- Las muestras de adobe se pesaron antes y después de ser sometidas a un proceso de secado controlado.
- El contenido de humedad se midió en porcentaje (%) con base en la diferencia de peso entre el estado húmedo y seco de las muestras.

Resultados Obtenidos:

Los resultados de humedad para cada muestra variaron, con los siguientes valores:

- Muestra 1 (Adobe + 3% de ceniza de estiércol): 24.27%
- Muestra 2 (Adobe + 6% de ceniza de estiércol): 25.69%
- Muestra 3 (Adobe + 9% de ceniza de estiércol): 23.12%
- Muestra 4 (Adobe + 3% de fibra de totora): 22.96%
- Muestra 5 (Adobe + 6% de fibra de totora): 23.37%
- Muestra 6 (Adobe + 9% de fibra de totora): 28.49%

Promedio de Humedad:

El promedio de humedad general obtenido fue 23.88% para las muestras con ceniza de estiércol y 28.49% para las muestras con fibra de totora.

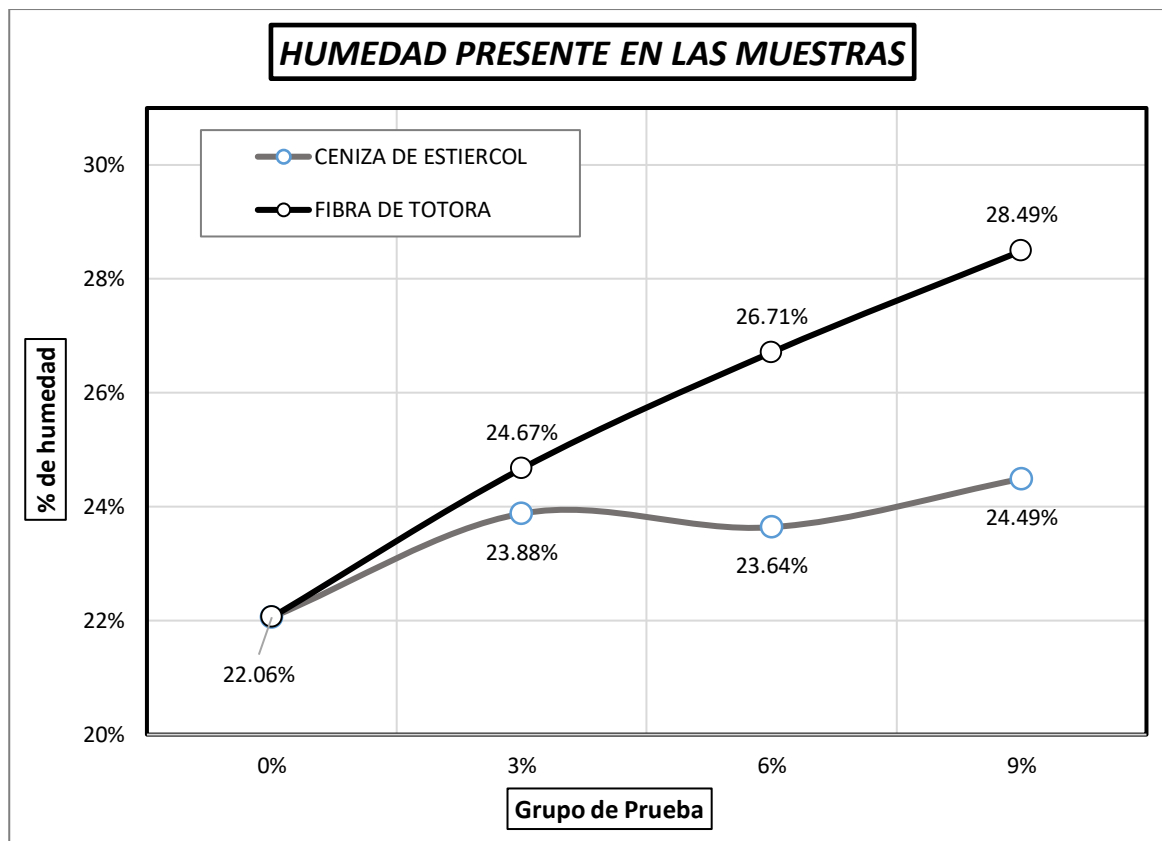
- Este promedio sugiere que la adición de fibra de totora aumenta el contenido de humedad, lo que podría estar relacionado con la capacidad de la fibra para retener agua debido a su naturaleza higroscópica.

Importancia de los Resultados:

- El contenido de humedad es crucial para la trabajabilidad del adobe, ya que afecta su plasticidad, cohesión y capacidad de compresión.
- Además, las diferencias de humedad entre las muestras también impactan en su durabilidad y resistencia estructural.
- Las muestras con mayor contenido de humedad, como las que contienen fibra de totora, podrían presentar una mejor flexibilidad o resistencia a grietas.

Figura 10

Comparativa de los niveles de humedad de las distintas muestras



El gráfico muestra una comparativa de los niveles de humedad en distintas muestras de adobe modificadas con diferentes aditivos, en comparación con el adobe tradicional. Se observa que el contenido de humedad varía dependiendo de la dosificación de los aditivos empleados. Las muestras de adobe tradicional presentan un valor de humedad de 22.06%, siendo la más baja de todas las muestras evaluadas. A medida que se incrementa el porcentaje de ceniza de estiércol, el contenido de humedad aumenta, con las muestras Adobe + 3% de ceniza de estiércol y Adobe + 6% de ceniza de estiércol mostrando valores de 23.88% y 23.64%, respectivamente.

Por otro lado, cuando se utiliza fibra de totora como aditivo, los valores de humedad son considerablemente más altos. Las muestras con 3% de fibra de totora alcanzan un 24.67%, mientras que las muestras con 6% de fibra de totora registran un 26.71%. Finalmente, la muestra con la mayor cantidad de fibra de totora (9%) muestra el mayor contenido de humedad, alcanzando 28.49%.

a.2. Absorción de las muestras con distintas dosificaciones

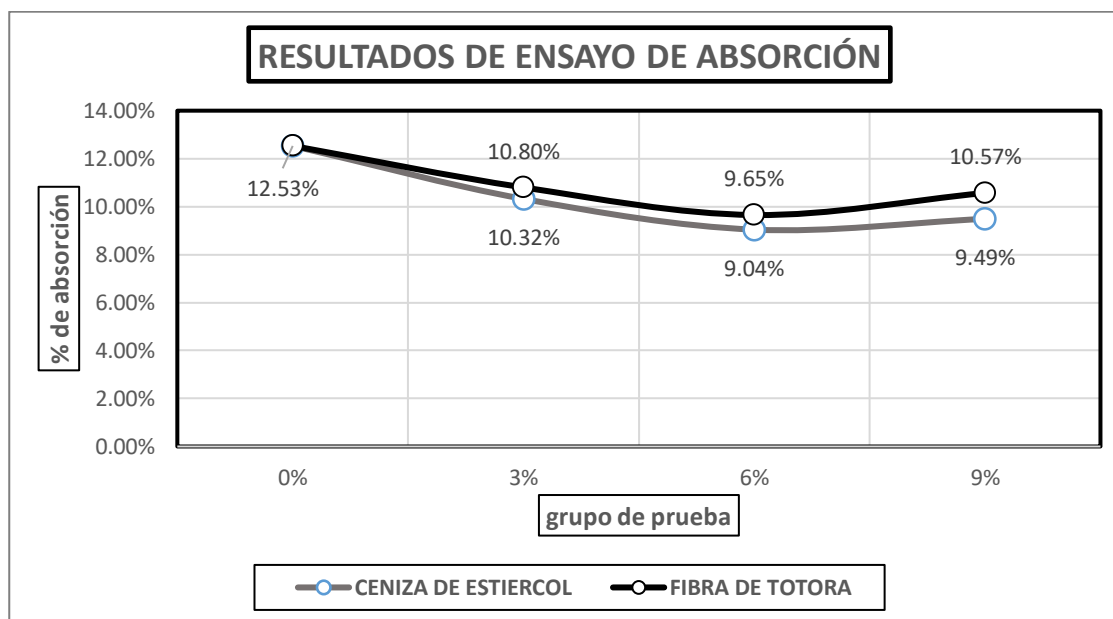
Tabla 23

Absorción de los testigos con dosificación variable de CE y FT

PORCENTAJES DE ABSORCIÓN DE LAS MUESTRAS							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	12.34%	10.65%	9.12%	9.53%	10.28%	9.52%	10.11%
2	12.53%	10.08%	8.94%	9.63%	10.45%	9.39%	10.58%
3	13.29%	10.39%	8.44%	9.63%	11.09%	9.87%	10.58%
4	12.97%	10.16%	9.65%	9.19%	11.39%	9.83%	10.98%
Promedio	12.53%	10.32%	9.04%	9.49%	10.80%	9.65%	10.57%

Figura 11

Gráfico de absorción de los testigos convencionales con CE y FT



El gráfico muestra la absorción de los testigos de adobe tradicional y modificado con diferentes concentraciones de ceniza de estiércol (CE) y fibra de totora (FT). Se observa que el adobe tradicional tiene la mayor absorción con un valor de 12.53%, mientras que las muestras con ceniza de estiércol muestran una reducción progresiva en la absorción: 10.32% para el 3%, 9.04% para el 6% y 9.49% para el 9%. Por otro lado, las muestras con

fibra de totora presentan valores intermedios, alcanzando 10.80% para el 3% y 9.65% para el 6%. Este comportamiento indica que ambos aditivos reducen la capacidad de absorción del adobe, siendo más significativa en las muestras con ceniza de estiércol, lo que sugiere una menor retención de agua en estas mezclas.

a.3. Succión de adobe con ceniza de estiércol y fibra de totora

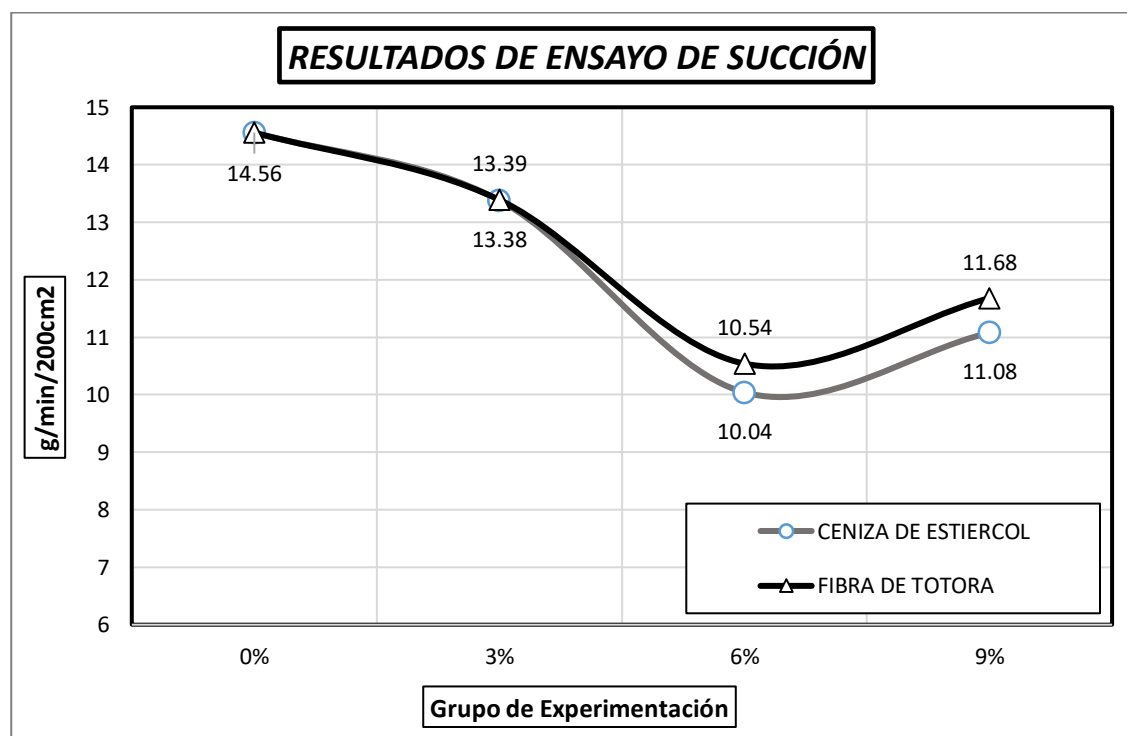
Tabla 24

Evaluación de la succión en los testigos con CE y FT (3%, 6% y 9%)

PORCENTAJES DE SUCCIÓN DE LAS MUESTRAS (g/min/200 cm ²)							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	14.24	13.42	9.87	11.04	13.42	10.35	11.24
2	14.97	13.22	10.05	11.14	13.25	10.21	11.35
3	14.93	13.09	9.98	12.03	13.67	10.74	11.75
4	14.09	13.79	10.25	11.06	13.22	10.86	11.67
Promedio	14.56	13.38	10.04	11.08	13.39	10.54	11.68

Figura 12

Succión de los diferentes tipos de adobe (resumen)



El gráfico presenta un resumen de los resultados de succión de las diferentes muestras de adobe, tanto tradicionales como modificadas con ceniza de estiércol y fibra de totora. Los valores de succión se muestran en porcentaje, con el adobe tradicional alcanzando un 14.56 de succión. A medida que se aumenta la cantidad de ceniza de estiércol, los valores de succión se reducen, con un 13.38 para el 3%, un 10.04% para el 6%, y un 11.08% para el 9% de ceniza de estiércol. Por otro lado, las muestras con fibra de totora muestran valores ligeramente mayores, con un 13.39 para el 3%, 10.54 para el 6%, y un 11.68 para el 9% de fibra de totora. Esto refleja cómo los aditivos naturales reducen la capacidad de succión del adobe, con la ceniza de estiércol teniendo un efecto más pronunciado en la retención de agua en comparación con la fibra de totora.

a.4. Diferenciación dimensional de las muestras con ceniza de estiércol y fibra de totora

Tabla 25

Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (largo)

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS MUESTRAS RESPECTO AL LARGO (cm)													
ADOBE CONVENCIONAL		ADOBE + CE 3%		ADOBE + CE 6%		ADOBE + CE 9%		ADOBE + FT 3%		ADOBE + FT 6%		ADOBE + FT 9%	
Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)
40.03	-0.08	40.17	-0.43	40.15	-0.38	40.24	-0.61	40.31	-0.76	40.14	-0.35	40.10	-0.24
40.05	-0.11	40.21	-0.525	40.12	-0.30	40.18	-0.45	39.84	0.40	40.09	-0.23	39.82	0.44
40.04	-0.11	40.17	-0.43	39.89	0.27	40.03	-0.08	40.17	-0.43	40.28	-0.69	40.41	-1.02
40.06	-0.15	40.07	-0.18	40.02	-0.05	40.00	0.00	40.25	-0.63	40.12	-0.30	39.92	0.19

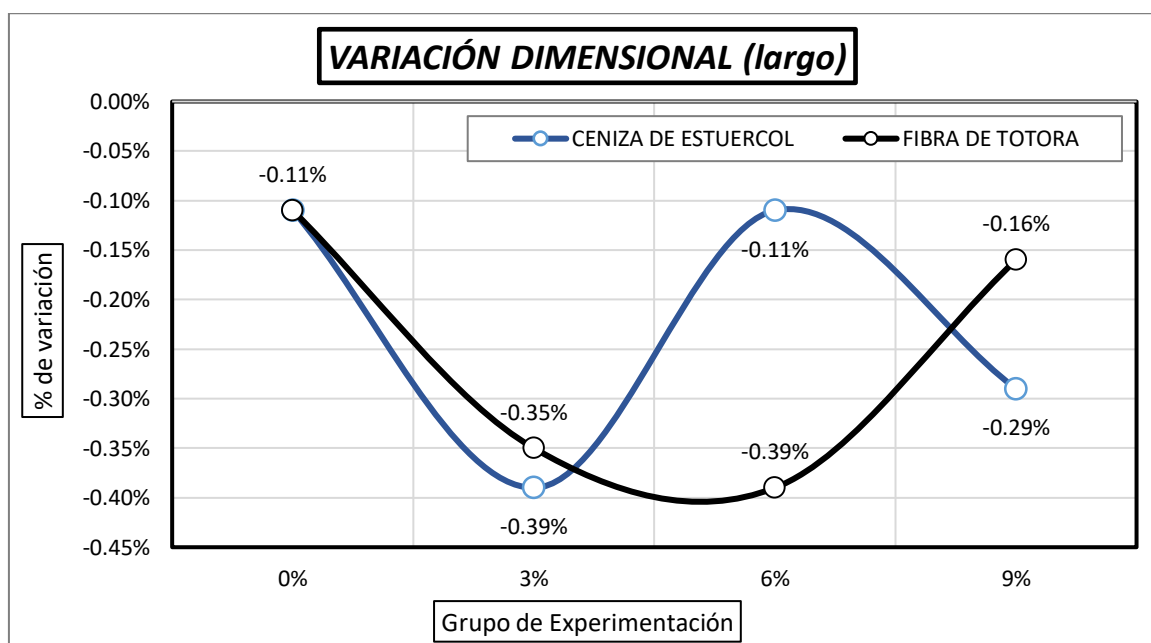
Tabla 26

Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (largo)

Muestra	Promedio (cm)	V (%)
ADOBE TRADICIONAL	40.05	-0.11
ADOBE + CE 3%	40.16	-0.39
ADOBE + CE 6%	40.05	-0.11
ADOBE + CE 9%	40.12	-0.29
ADOBE + FT 3%	40.14	-0.35
ADOBE + FT 6%	40.16	-0.39
ADOBE + FT 9%	40.06	-0.16

Figura 13

Valores del comportamiento de una muestra en cuanto a la variación dimensional (largo)



El gráfico ilustra de forma comparativa la variación dimensional en el largo de bloques de adobe tradicional y modificados con diferentes porcentajes de ceniza de estiércol (CE) y fibra de totora (FT), destacando tanto el valor promedio (Prom.) como la variación porcentual (V%). El adobe tradicional presenta un largo medio de 40.05 cm y una contracción de -0.11%, mientras que con la incorporación de CE al 3% se incrementa el largo a 40.16 cm, aunque con una contracción más acentuada de -0.39%. Este mismo valor de contracción se repite con FT al 6%, aunque con idéntico promedio. En cambio, el uso de CE al 9% y FT al 9% mejora levemente la estabilidad dimensional, con variaciones

de -0.29% y -0.16%, respectivamente. El tratamiento con FT al 3% (40.14 cm) presenta una de las contracciones más marcadas (-0.35%). En conjunto, el gráfico revela que, si bien algunos aditivos elevan el promedio del largo, no siempre logran reducir la contracción, lo cual sugiere que el comportamiento dimensional del adobe depende tanto del tipo de material incorporado como de su proporción.

Tabla 27

Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (ancho)

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS MUESTRAS RESPECTO AL ANCHO (cm)											
ADOBE CONVENCIONAL		ADOBE + CE 3%		ADOBE + CE 6%		ADOBE + CE 9%		ADOBE + FT 3%		ADOBE + FT 6%	
Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)
20.03	-0.17	20.20	-1.00	19.95	0.23	20.09	-0.47	20.30	-1.50	20.11	-0.55
20.01	-0.05	20.08	-0.42	20.00	-0.02	19.97	0.15	20.12	-0.61	20.26	-1.28
20.01	-0.03	20.05	-0.26	19.87	0.66	19.86	0.71	20.36	-1.82	20.21	-1.05
20.00	0.02	20.12	-0.62	20.13	-0.63	19.88	0.58	20.10	-0.49	20.27	-1.34

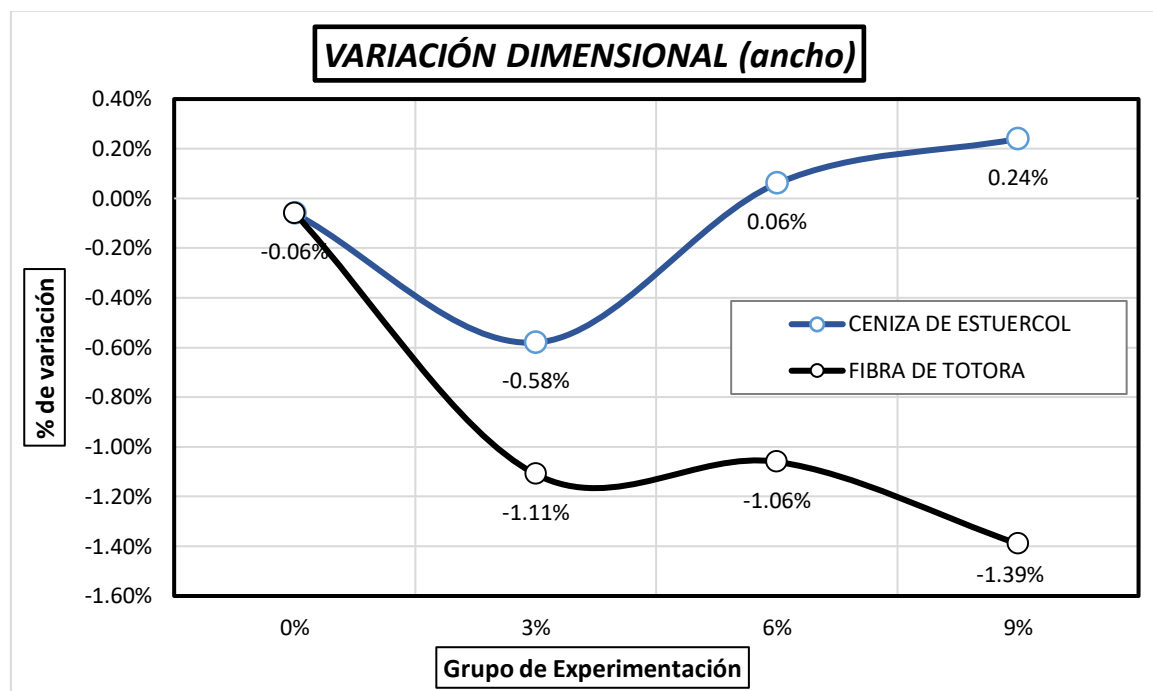
Tabla 28

Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (ancho)

Muestra	Promedio (cm)	V (%)
ADOBE TRADICIONAL	20.01	-0.06
ADOBE + CE 3%	20.11	-0.58
ADOBE + CE 6%	19.99	0.06
ADOBE + CE 9%	19.95	0.24
ADOBE + FT 3%	20.22	-1.11
ADOBE + FT 6%	20.21	-1.06
ADOBE + FT 9%	20.28	-1.39

Figura 14

Valores del comportamiento de una muestra en cuanto a la variación dimensional (ancho)



El gráfico ilustra el comportamiento dimensional en el ancho de bloques de adobe tradicionales y aquellos modificados con ceniza de estiércol (CE) y fibra de totora (FT), mostrando tanto los promedios como las variaciones porcentuales. El adobe convencional refleja una medida promedio de 20.01 cm con una contracción muy leve de -0.06%. Al incorporar CE al 3%, el promedio sube a 20.11 cm, pero acompañado de una contracción mayor (-0.58%). Con CE al 6% y 9%, las variaciones se tornan positivas (0.06% y 0.24%, respectivamente), lo que indica una ligera expansión en el ancho, aunque el promedio desciende ligeramente a 19.95 cm en el último caso.

En contraste, los bloques con FT presentan anchos promedio aún mayores, alcanzando los 20.28 cm con FT al 9%, pero estas muestras también muestran las contracciones más intensas, con variaciones de -1.11%, -1.06% y hasta -1.39%. Este patrón sugiere que la fibra de totora, a pesar de incrementar el volumen, induce una pérdida de estabilidad más acentuada.

Tabla 29

Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (alto)

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS MUESTRAS RESPECTO AL ALTO (cm)													
ADOBE CONVENCIONAL		ADOBE + CE 3%		ADOBE + CE 6%		ADOBE + CE 9%		ADOBE + FT 3%		ADOBE + FT 6%		ADOBE + FT 9%	
Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)	Prom.	V (%)
9.99	0.08	10.07	-0.68	10.08	-0.76	10.02	-0.16	10.16	-1.62	10.16	-1.60	10.12	-1.18
10.06	-0.62	10.09	-0.94	10.03	-0.28	10.16	-1.58	10.19	-1.88	10.03	-0.32	10.13	-1.32
10.07	-0.72	10.01	-0.12	10.17	-1.72	10.06	-0.64	10.00	-0.04	10.00	0.00	10.03	-0.30
10.01	-0.08	10.18	-1.84	10.11	-1.12	10.17	-1.70	10.14	-1.40	10.03	-0.26	10.05	-0.46

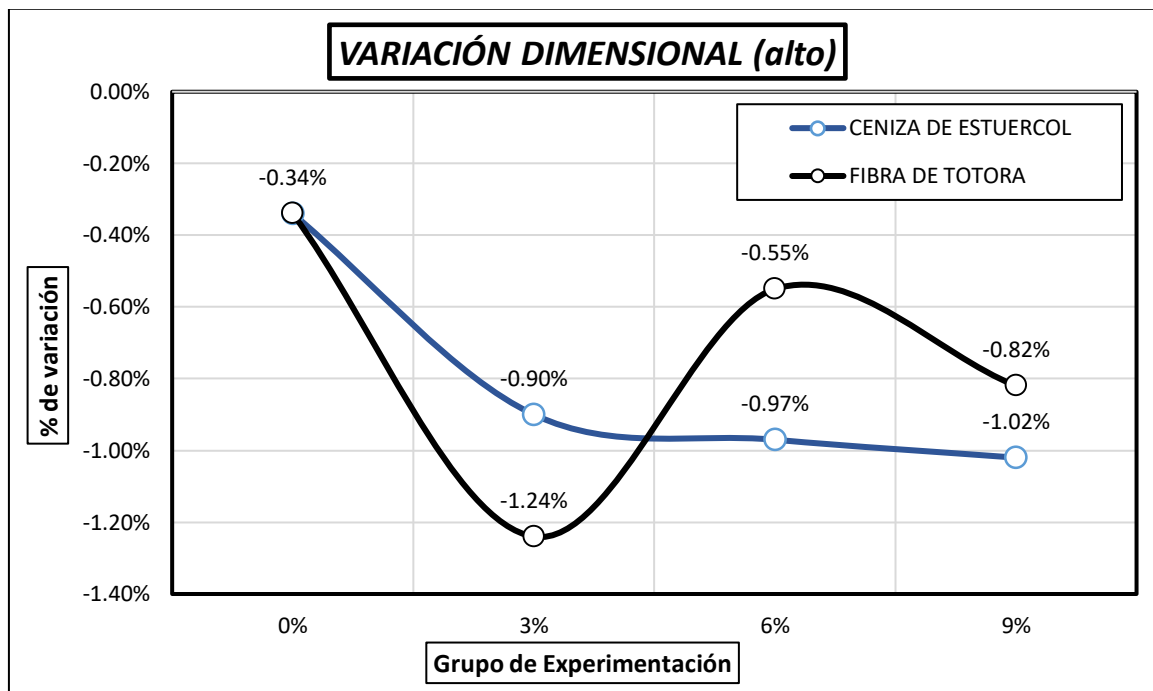
Tabla 30

Parámetros relacionados con la variabilidad dimensional observada + CE y FT (alto)

Muestra	Promedio (cm)	V (%)
ADOBE TRADICIONAL	10.03	-0.34
ADOBE + CE 3%	10.09	-0.90
ADOBE + CE 6%	10.10	-0.97
ADOBE + CE 9%	10.10	-1.02
ADOBE + FT 3%	10.12	-1.24
ADOBE + FT 6%	10.06	-0.55
ADOBE + FT 9%	10.08	-0.82

Figura 15

Valores del comportamiento de una muestra en cuanto a la variación dimensional (alto)



El gráfico resume el comportamiento dimensional en el alto de bloques de adobe tradicionales y aquellos modificados con aditivos de ceniza de estiércol (CE) y fibra de totora (FT), considerando diferentes proporciones (3%, 6% y 9%). El adobe convencional mantiene un promedio de 10.03 cm con una contracción moderada de -0.34%, lo cual sirve como punto de referencia. Al incorporar CE, los promedios oscilan entre 10.09 cm y 10.10 cm, pero con contracciones cada vez más intensas a medida que se incrementa la proporción, alcanzando hasta -1.02% con el 9% de CE, lo que evidencia una tendencia sostenida hacia la retracción con este aditivo.

En cuanto al efecto de la fibra de totora, se observan incrementos más notables en el promedio, llegando a un máximo de 10.12 cm con FT al 3%. No obstante, esta mejora en dimensión viene acompañada de la contracción más elevada del conjunto (-1.24%), indicando una pérdida considerable de estabilidad dimensional. Aunque FT al 6% presenta un equilibrio más favorable (10.06 cm y -0.55%), con FT al 9% se registra una contracción de -0.82%.

a.5. Alabeo del adobe con adición de piedra ceniza de estiércol y fibra de totora

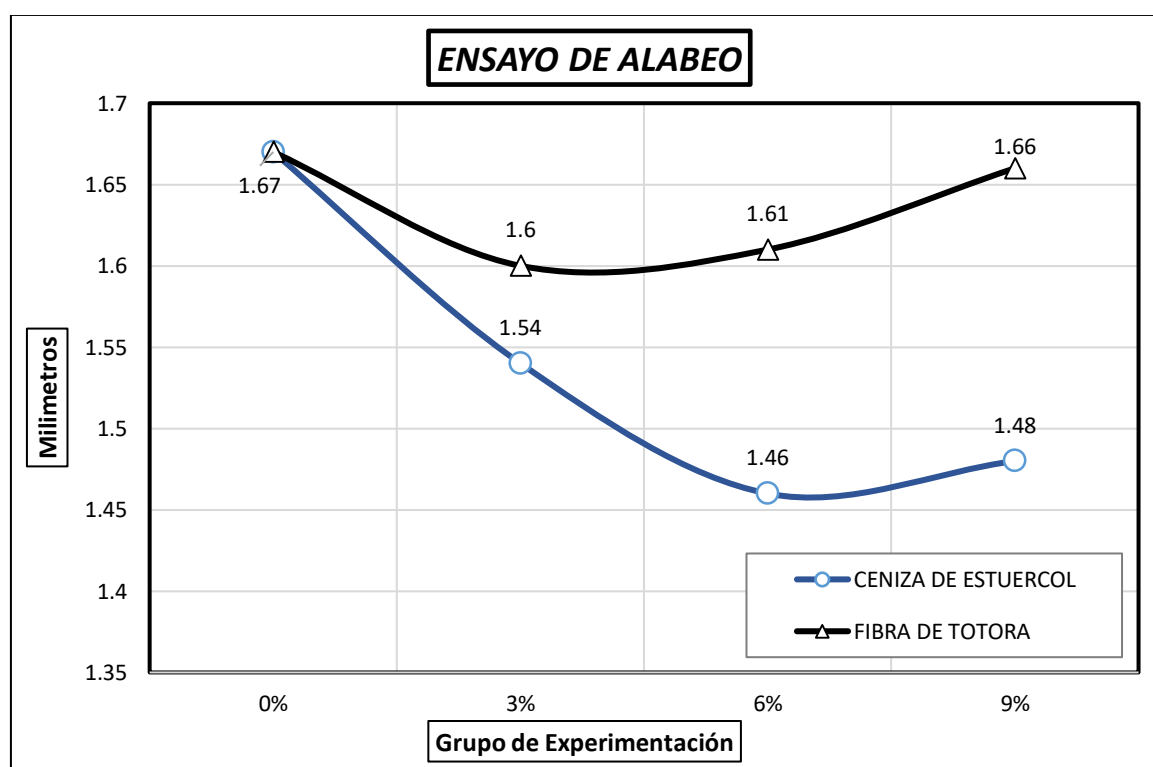
Tabla 31

Valoración de los efectos de alabeo en la muestra natural + CE + FT

ALABEO PROMEDIO DE LAS MUESTRAS													
ADOBE TRADICIONAL		ADOBE + CE 3%		ADOBE + CE 6%		ADOBE + CE 9%		ADOBE + FT 3%		ADOBE + FT 6%		ADOBE + FT 9%	
Cónve. (mm)	Conca. (mm)	Cónv e. (mm)	Conc a. (mm)	Cónv e. (mm)	Conc a. (mm)	Cónv e. (mm)	Conc a. (mm)	Cónv e. (mm)	Conc a. (mm)	Cónve. (mm)	Conca. (mm)	Cónv e. (mm)	Conca. (mm)
1.31	1.68	1.58	1.38	1.58	1.08	1.69	1.17	1.64	1.39	1.6	1.67	1.74	1.64
1.71	1.6	1.55	1.44	1.63	1.13	1.48	1.27	1.47	1.6	1.51	1.54	1.68	1.56
1.59	1.45	1.58	1.53	1.57	1.48	1.61	1.49	1.61	1.57	1.75	1.45	1.65	1.59
2.19	1.78	1.61	1.63	1.51	1.7	1.69	1.41	1.91	1.57	1.58	1.73	1.74	1.64
1.67		1.54		1.46		1.48		1.60		1.61		1.66	

Figura 16

Valores promedios del comportamiento de acuerdo al alabeo de las distintas muestras



El gráfico muestra los valores promedios finales de alabeo cóncavo y convexo en diferentes tipos de adobe, incluyendo el tradicional y aquellos modificados con aditivos de ceniza de estiércol (CE) y fibra de totora (FT) en proporciones del 3%, 6% y 9%. El adobe convencional presenta un alabeo cóncavo de 1.70 mm y un convexo de 1.63 mm, reflejando un comportamiento con deformaciones notables pero equilibradas. Las muestras tratadas con CE exhiben mejoras evidentes en la reducción del alabeo, especialmente con el 6% y 9%, donde los valores convexos bajan a 1.35 mm y 1.34 mm respectivamente, lo que indica un mayor control en la planicidad del bloque sin comprometer significativamente su forma estructural.

Por otro lado, los bloques que incorporan FT presentan una tendencia a mantener alabeos más elevados, especialmente en el caso del FT al 9%, que iguala el valor cóncavo del adobe tradicional (1.70 mm) y apenas mejora el convexo (1.61 mm). Aunque con FT al 3% y 6% se observan ligeras reducciones (como 1.66 mm y 1.61 mm en cóncavo), estas no son tan consistentes como en el caso de la CE. En conjunto, el gráfico deja claro que la ceniza de estiércol contribuye de manera más eficiente a disminuir las deformaciones por alabeo, mientras que la fibra de totora tiende a conservar valores más cercanos a los del adobe sin tratamiento, siendo menos efectiva en este aspecto.

4.1.3 Impacto de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre las propiedades mecánicas del adobe tradicional

Las propiedades mecánicas del adobe con adición de ceniza de estiércol y fibra de totora hacen referencia al comportamiento estructural del material frente a esfuerzos como compresión, tracción y flexión, influenciado por la incorporación de estos aditivos naturales. La ceniza de estiércol actúa principalmente como estabilizante, mejorando la cohesión interna y reduciendo la fragilidad del adobe, mientras que la fibra de totora aporta refuerzo, incrementando la resistencia a la tracción y controlando la propagación de fisuras.

a.1. Datos recabados de la compresión de las muestras con CE y FT (3%,6% Y 9%)

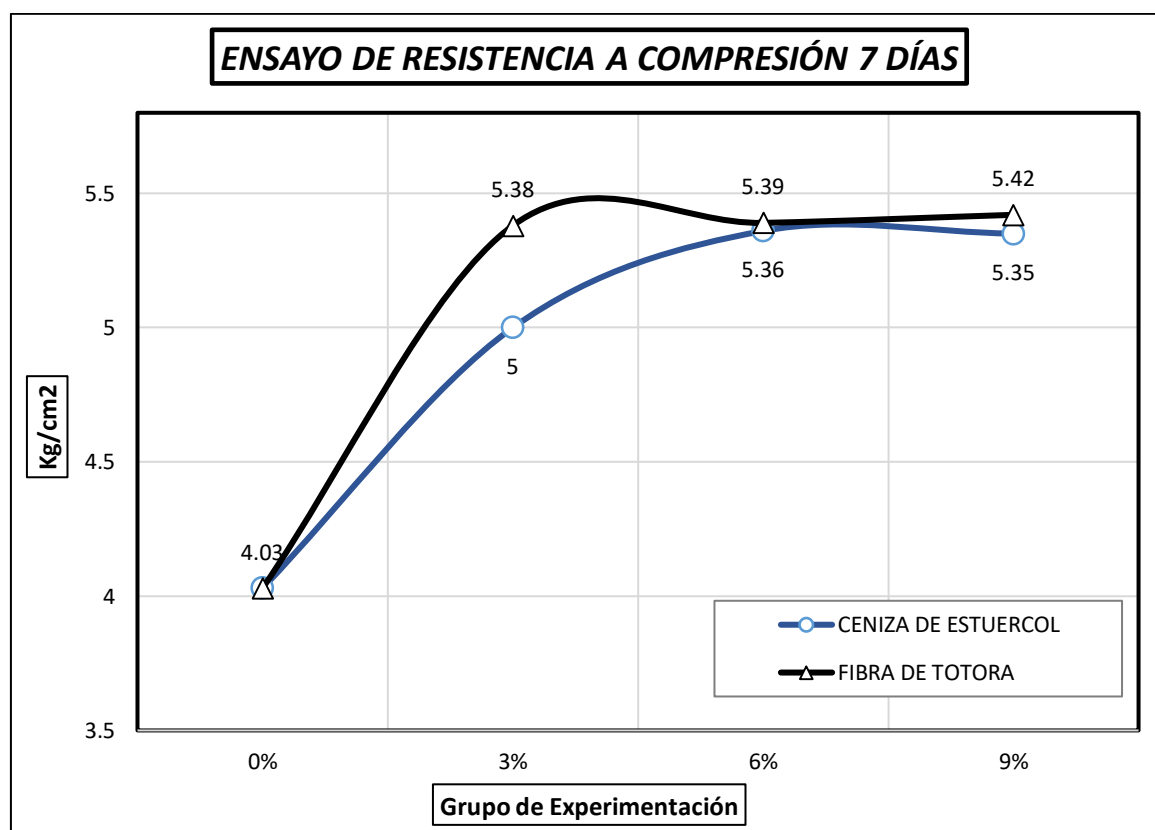
Tabla 32

Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión sobre las muestras analizadas

RESISTENCIAS A COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS 7 DÍAS EN KG/CM ² (3%,6% Y 9%)							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	4.02	5.02	5.40	5.34	5.52	5.70	5.70
2	4.03	4.86	5.22	5.22	5.34	5.46	5.47
3	4.04	5.03	5.33	5.39	5.24	5.24	5.26
4	4.03	5.09	5.49	5.47	5.41	5.14	5.25
Promedio	4.03	5.00	5.36	5.35	5.38	5.39	5.42

Figura 17

Distribución de los valores de resistencia a compresión logrados



El gráfico muestra de manera comparativa los valores promedio de resistencia a compresión a los siete días para bloques de adobe, tanto tradicionales como modificados con ceniza de estiércol y fibra de totora en diferentes proporciones. El adobe sin aditivos alcanza un valor de 4.03 kg/cm², mientras que con la incorporación de ceniza de estiércol la resistencia mejora de forma notable, con 5.00 kg/cm² al 3%, 5.36 kg/cm² al 6% y 5.35 kg/cm² al 9%, evidenciando un fortalecimiento estructural desde las primeras etapas. Por otro lado, la fibra de totora también contribuye positivamente, registrando 5.38 kg/cm² al 3%, 5.39 kg/cm² al 6% y un máximo de 5.42 kg/cm² al 9%. Estos resultados confirman que ambos aditivos mejoran sustancialmente la resistencia mecánica del adobe, siendo particularmente destacable el rendimiento de la fibra de totora al 9%, que supera a todas las demás formulaciones, lo cual refuerza su potencial como alternativa de refuerzo natural y sostenible.

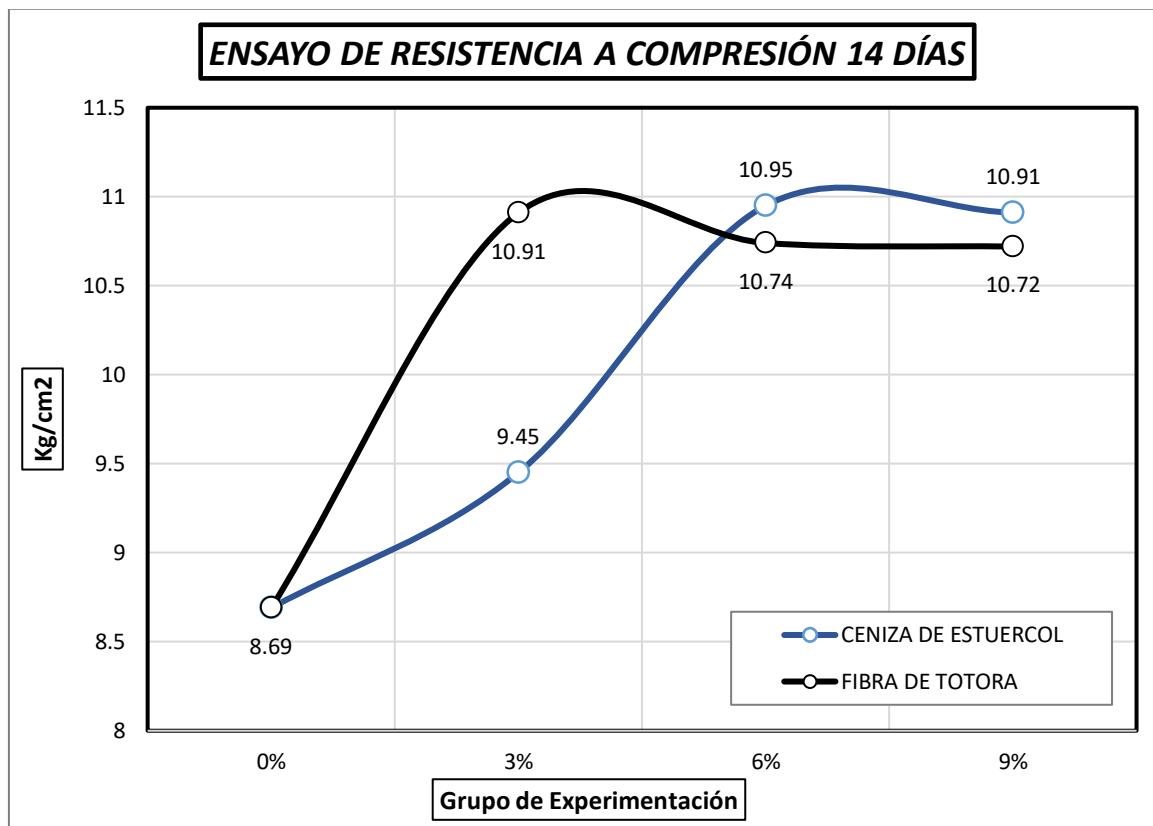
Tabla 33

Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión sobre las muestras analizadas

RESISTENCIAS A COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS 14 DÍAS EN KG/CM2 (3%,6% Y 9%)							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	8.69	8.94	11.04	11.08	10.74	10.51	10.49
2	8.70	9.05	10.88	10.76	10.91	10.62	10.64
3	8.71	10.04	10.91	11.02	10.99	10.85	10.84
4	8.63	9.77	10.96	10.76	11.01	10.96	10.92
Promedio	8.68	9.45	10.95	10.91	10.91	10.74	10.72

Figura 18

Distribución de los valores de resistencia a compresión logrados



El gráfico compara los valores promedio de resistencia a compresión alcanzados a los 14 días por bloques de adobe tradicionales y aquellos modificados con distintos porcentajes de ceniza de estiércol y fibra de totora. El adobe sin aditivos muestra la resistencia más baja (8.68 kg/cm²), mientras que todas las demás formulaciones superan este valor con claridad. La mayor resistencia se logra con la mezcla que incluye un 6% de ceniza de estiércol (10.95 kg/cm²), seguida de cerca por las formulaciones con 9% de ceniza y 3% de fibra de totora, ambas con 10.91 kg/cm². Las muestras con fibra de totora mantienen también un buen desempeño, aunque con una tendencia ligeramente decreciente conforme aumenta la proporción, finalizando en 10.72 kg/cm² con 9% de fibra. En conjunto, el gráfico evidencia que la incorporación de estos aditivos no solo mejora la resistencia del adobe frente a esfuerzos de compresión, sino que también mantiene un rendimiento constante conforme avanza el proceso de curado, destacando especialmente la ceniza de estiércol como un estabilizante eficaz en la mejora de las propiedades mecánicas.

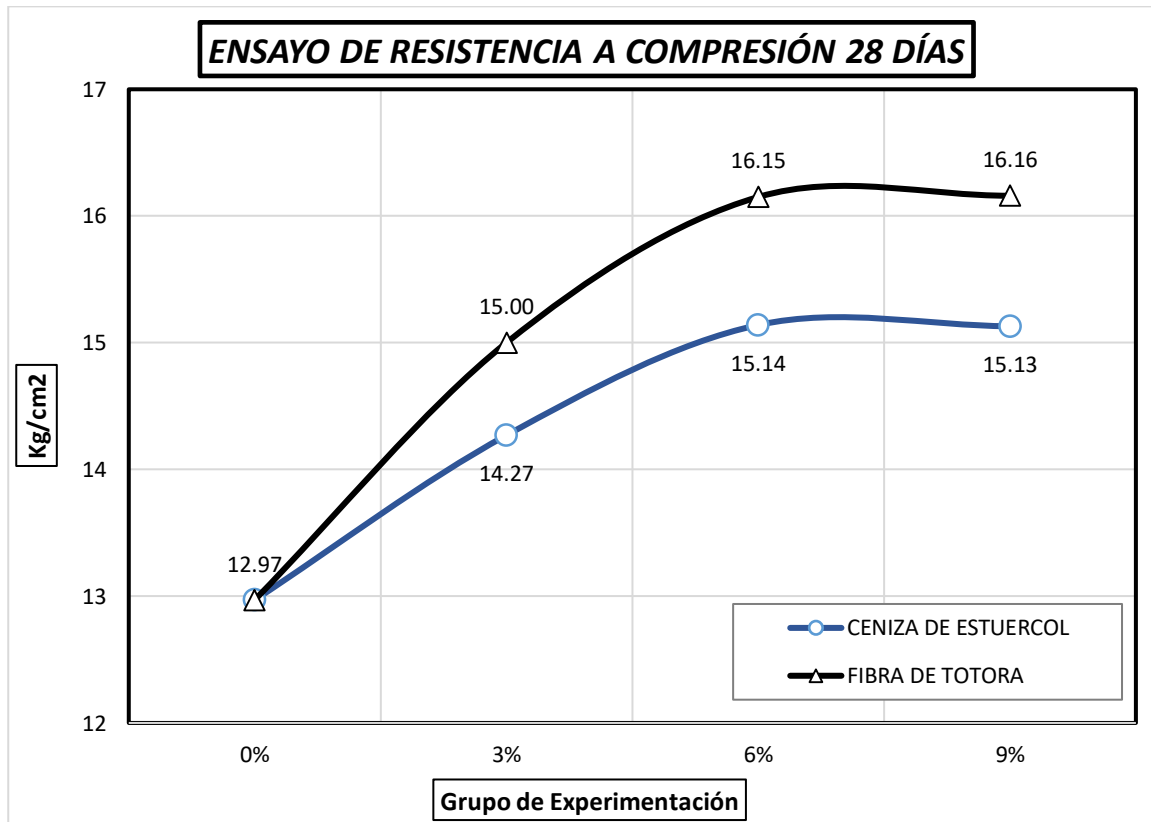
Tabla 34

Resultados mecánicos derivados de los ensayos de compresión sobre las muestras analizadas

RESISTENCIAS A COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS 28 DÍAS EN KG/CM ² (3%,6% Y 9%)							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	13.01	14.16	14.96	14.96	14.90	16.27	16.24
2	12.96	14.28	15.33	15.32	15.07	16.01	16.08
3	13.00	14.41	15.09	15.03	14.82	16.32	16.33
4	12.91	14.23	15.16	15.21	15.22	16.00	15.98
Promedio	12.97	14.27	15.14	15.13	15.00	16.15	16.16

Figura 19

Distribución de los valores de resistencia a compresión logrados



El gráfico presenta una comparación de los valores promedio de resistencia a compresión alcanzados a los 28 días por bloques de adobe tradicionales y modificados con diferentes proporciones de ceniza de estiércol y fibra de totora. El adobe sin aditivos registra el menor valor (12.97 kg/cm^2), mientras que todas las formulaciones con aditivos superan con claridad este desempeño. Las mezclas con ceniza de estiércol muestran un ascenso progresivo, alcanzando su punto máximo con el 6% (15.14 kg/cm^2), seguido muy de cerca por el 9% (15.13 kg/cm^2), lo que confirma su efectividad como estabilizante estructural. Por su parte, la fibra de totora demuestra una influencia aún más significativa en la etapa de maduración, con resultados que van desde 15.00 kg/cm^2 al 3% hasta 16.16 kg/cm^2 con el 9%, el cual representa el valor más alto del conjunto. Estos resultados refuerzan la idea de que ambos aditivos mejoran de forma sostenida la resistencia del adobe en el tiempo, destacando el aporte de la fibra de totora como un refuerzo natural especialmente eficaz a largo plazo.

a.2. Datos relacionados a la tracción de las muestras con CE y FT

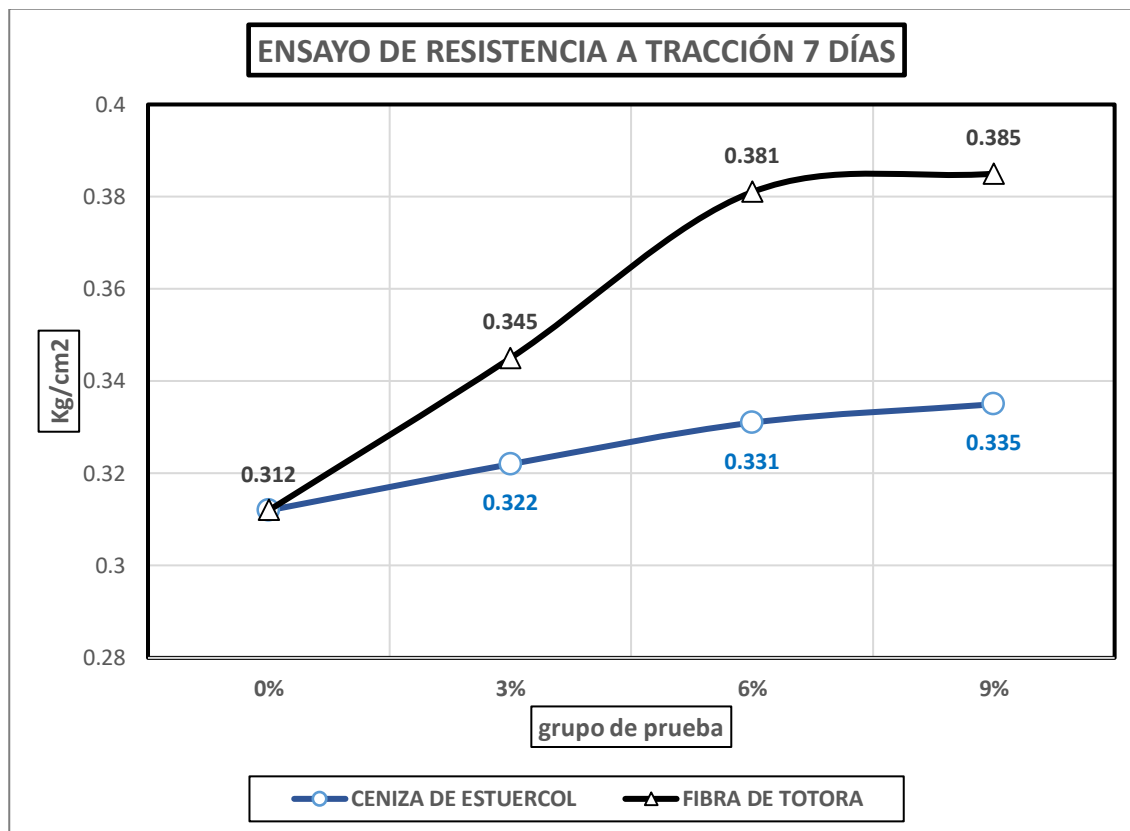
Tabla 35

Resultados mecánicos derivados de los ensayos de tracción sobre las muestras analizadas

RESISTENCIAS A TRACCIÓN DE LAS MUESTRAS 7 DÍAS (3%,6% Y 9%)							
Kg/cm2							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	0.309	0.332	0.329	0.336	0.331	0.389	0.390
2	0.301	0.316	0.321	0.324	0.340	0.379	0.385
3	0.316	0.304	0.337	0.340	0.361	0.385	0.389
4	0.323	0.334	0.338	0.341	0.348	0.372	0.376
Promedio	0.312	0.322	0.331	0.335	0.345	0.381	0.385

Figura 20

Distribución de los valores de resistencia a la tracción logrados en kg/cm²



El gráfico compara los valores promedio de resistencia a tracción obtenidos a los siete días para bloques de adobe, tanto en su forma tradicional como con la adición de ceniza de estiércol y fibra de totora en proporciones del 3%, 6% y 9%. El adobe sin aditivos muestra el nivel más bajo de resistencia, con 0.312 kg/cm², mientras que todas las formulaciones con aditivos superan ese valor, evidenciando mejoras estructurales desde etapas tempranas. Las mezclas con ceniza de estiércol reflejan un incremento progresivo: 0.322 kg/cm² al 3%, 0.331 kg/cm² al 6% y 0.335 kg/cm² al 9%, lo que confirma su capacidad para mejorar la cohesión interna. En contraste, las muestras con fibra de totora muestran un comportamiento más destacado, con resultados superiores en todas las proporciones: 0.345 kg/cm², 0.381 kg/cm² y un máximo de 0.385 kg/cm² al 9%. Estos datos indican que la fibra de totora ofrece un refuerzo más efectivo frente a esfuerzos de tracción, consolidándose como una alternativa natural de alto desempeño en la mejora de la resistencia del adobe.

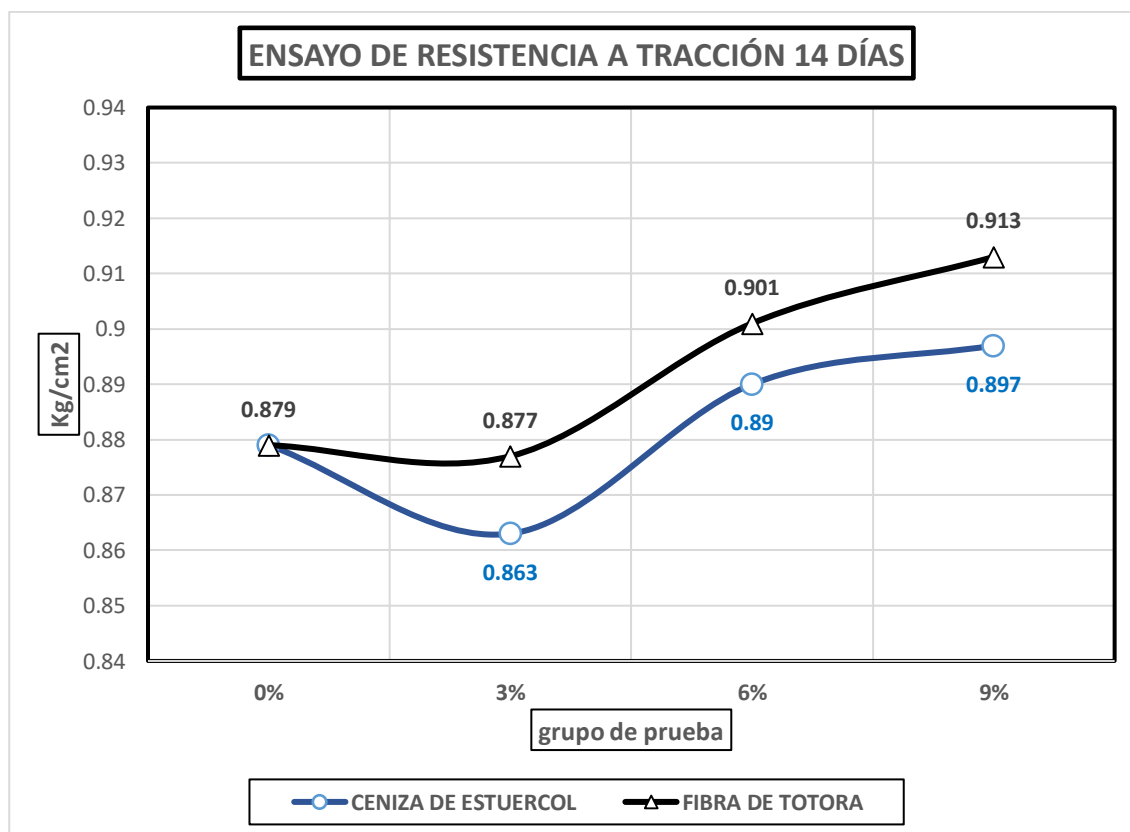
Tabla 36

Resultados mecánicos derivados de los ensayos de tracción sobre las muestras analizadas

RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN DE LAS MUESTRAS 14 DÍAS (3%,6% Y 9%)							
Kg/cm ²							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	0.878	0.861	0.892	0.895	0.854	0.902	0.909
2	0.877	0.865	0.900	0.906	0.885	0.898	0.906
3	0.888	0.854	0.883	0.895	0.896	0.926	0.919
4	0.874	0.870	0.886	0.892	0.871	0.876	0.916
Promedio	0.879	0.863	0.890	0.897	0.877	0.901	0.913

Figura 21

Distribución de los valores de resistencia a la tracción logrados kg/cm²



El gráfico muestra la comparación de los valores promedio de resistencia a compresión obtenidos a los 14 días en bloques de adobe, tanto tradicionales como modificados con aditivos de ceniza de estiércol y fibra de totora en proporciones del 3%, 6% y 9%, expresados en kg/cm². El adobe sin aditivos registra una resistencia de 0.879 kg/cm², mientras que las mezclas con ceniza de estiércol presentan un incremento progresivo, alcanzando 0.863 kg/cm² con el 3%, 0.890 kg/cm² con el 6% y 0.897 kg/cm² con el 9%, reflejando una mejora sostenida en el comportamiento mecánico. En cuanto a la fibra de totora, los valores son aún más destacables: 0.877 kg/cm² al 3%, 0.901 kg/cm² al 6% y un máximo de 0.913 kg/cm² al 9%, que representa el nivel más alto del conjunto. Estos resultados confirman que ambos aditivos refuerzan la capacidad del adobe para resistir compresión con el paso del tiempo, sobresaliendo la fibra de totora como una opción especialmente eficaz en términos de desempeño estructural durante el proceso de curado.

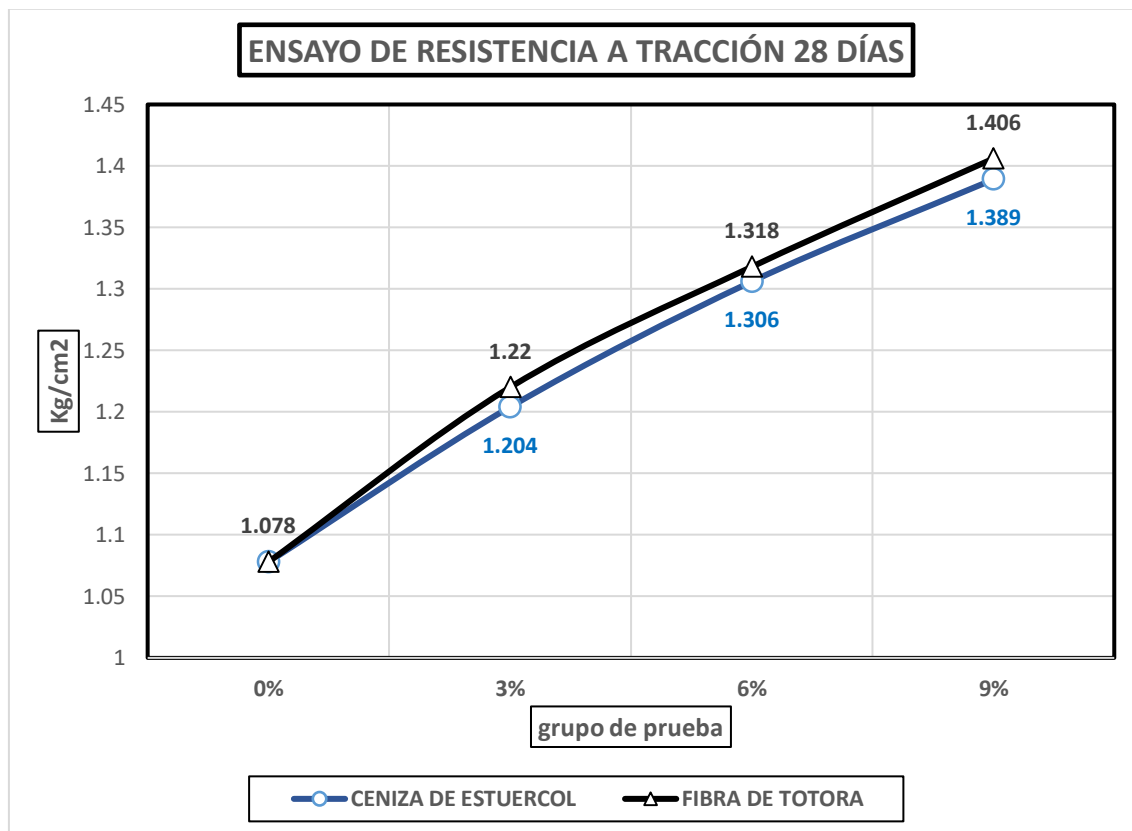
Tabla 37

Resultados mecánicos derivados de los ensayos de tracción sobre las muestras analizadas

RESISTENCIAS A TRACCIÓN DE LAS MUESTRAS 28 DÍAS (3%,6% Y 9%)							
Kg/cm2							
Muestras de adobe	adobe tradicional	Adobe + 3% ceniza de estiércol	Adobe + 6% ceniza de estiércol	Adobe + 9% ceniza de estiércol	Adobe + 3% de fibra de totora	Adobe +6% fibra de totora	Adobe +9% fibra de totora
1	1.081	1.168	1.269	1.367	1.222	1.344	1.382
2	1.079	1.240	1.272	1.381	1.207	1.365	1.428
3	1.072	1.232	1.392	1.419	1.236	1.280	1.406
4	1.079	1.177	1.290	1.387	1.214	1.282	1.407
Promedio	1.078	1.204	1.306	1.389	1.220	1.318	1.406

Figura 22

Distribución de los valores de resistencia a la tracción logrados kg/cm²



El gráfico muestra la comparación de los valores promedio de resistencia a tracción a los 28 días en bloques de adobe tradicionales y aquellos modificados con adición de ceniza de estiércol y fibra de totora en proporciones del 3%, 6% y 9%, expresados en kg/cm². El adobe convencional alcanza una resistencia de 1.078 kg/cm², siendo superado por todas las mezclas tratadas. Las formulaciones con ceniza de estiércol presentan una mejora sostenida: 1.204 kg/cm² al 3%, 1.306 kg/cm² al 6% y 1.389 kg/cm² al 9%, evidenciando su capacidad para reforzar la estructura interna del material. Por su parte, la fibra de totora muestra una influencia aún más significativa en esta etapa de curado prolongado, con resultados que alcanzan 1.220 kg/cm² al 3%, 1.318 kg/cm² al 6% y un valor máximo de 1.406 kg/cm² al 9%, siendo este el más alto del conjunto. Estos datos reafirman la efectividad de ambos aditivos como mejoradores de las propiedades mecánicas del adobe, destacando especialmente la fibra de totora como un refuerzo eficiente frente a esfuerzos de tracción a largo plazo.

4.2 Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten comprobar que la adición de ceniza de estiércol y fibra de totora en bloques de adobe influye positivamente en el comportamiento mecánico del material, tanto en términos de resistencia a compresión como a tracción. Estas mejoras son notables desde los primeros días de curado y se consolidan significativamente a los 28 días, lo cual indica que ambos aditivos no solo aportan un efecto inmediato, sino que continúan actuando con el paso del tiempo, fortaleciendo la matriz interna del adobe (Dharek et al., 2022).

En relación con la resistencia a compresión, los bloques de adobe tradicional mostraron valores significativamente inferiores respecto a las muestras tratadas. A los siete días, los adobes con ceniza de estiércol ya mostraban una ganancia sustancial en comparación con el convencional, alcanzando hasta un 33% más de resistencia en algunos casos. Este comportamiento puede atribuirse a la capacidad de la ceniza para actuar como un agente cementante secundario, que mejora la densificación del compuesto, rellena los poros del barro y contribuye a un mejor entrelazado entre las partículas. Conforme avanzó el proceso de curado, la mezcla con 6% de ceniza y la combinación con 9% de fibra fueron las que alcanzaron los niveles más altos de resistencia, superando los 16 kg/cm² a los 28 días, una cifra destacable para materiales de construcción no convencionales.

Por otra parte, la fibra de totora demostró un papel relevante en la resistencia a tracción. Este comportamiento se debe a la capacidad de la fibra para actuar como refuerzo interno natural, generando una red que resiste la apertura de fisuras cuando el material está sometido a esfuerzos de tensión. La totora, al ser una fibra vegetal de estructura flexible pero resistente, ayuda a redistribuir las cargas internas, retardando el agrietamiento y aumentando la capacidad de absorción de energía del adobe. A los 28 días, la mezcla con 9% de fibra de totora alcanzó la mayor resistencia a tracción (1.406 kg/cm²), evidenciando su eficacia como componente estructural activo. A lo largo del tiempo de curado, esta mejora fue constante, lo cual indica que la fibra no solo actúa como refuerzo



pasivo, sino que forma parte integral del proceso de consolidación del bloque (Sasui et al., 2018).

Es importante destacar que, si bien ambas soluciones mejoran el rendimiento del adobe, su efecto no es idéntico. La ceniza de estiércol actúa principalmente sobre la compacidad del material y su resistencia a esfuerzos compresivos, mientras que la fibra de totora tiene un impacto más directo en la tenacidad del adobe y su comportamiento frente a la tracción. Esta diferencia permite considerar la posibilidad de combinar ambos aditivos estratégicamente, según el tipo de esfuerzo predominante que se desee enfrentar en la estructura a construir. Tal combinación puede dar lugar a una formulación híbrida con propiedades mecánicas balanceadas, optimizando el desempeño del adobe en múltiples condiciones de carga (Sasui et al., 2018).

Además de las propiedades mecánicas, se observaron también mejoras en la estabilidad dimensional de las muestras tratadas. El alabeo, tanto cóncavo como convexo, disminuyó de forma considerable con el uso de ceniza, indicando una mayor uniformidad en el secado y una menor propensión a la deformación. Por su parte, las fibras ayudaron a mantener la cohesión en los bordes y esquinas del bloque, reduciendo fracturas por retracción o esfuerzos desiguales. Estos resultados sugieren que los aditivos no solo mejoran la resistencia, sino también la calidad geométrica del adobe, favoreciendo su ensamblaje y durabilidad en obra (Sandoval, 2021).

En conjunto, los resultados obtenidos en este estudio respaldan la integración de materiales naturales disponibles en el entorno local como mejoradores del adobe tradicional. El uso de residuos orgánicos como la ceniza de estiércol y materiales renovables como la fibra de totora no solo eleva el rendimiento del producto, sino que también promueve prácticas sostenibles, accesibles y culturalmente apropiadas para zonas rurales o de bajos recursos. La posibilidad de reforzar el adobe sin recurrir a productos industriales costosos amplía su aplicabilidad y viabilidad técnica en proyectos

de autoconstrucción, viviendas ecológicas o patrimoniales, contribuyendo a un desarrollo más justo y adaptado a las condiciones locales (Sandoval, 2021).

Por tanto, se concluye que la aplicación de estos aditivos naturales no solo tiene una base técnica sólida, sino también un potencial social y ambiental que justifica su incorporación en futuras propuestas constructivas. La investigación sienta así las bases para nuevas exploraciones sobre dosificaciones óptimas, tiempos de curado específicos o incluso la combinación con otros elementos de la bioconstrucción, consolidando una línea de trabajo que apunta hacia una arquitectura más consciente, resistente y en armonía con su entorno.

Tabla 38

Cuadro comparativo de los resultados frente a los antecedentes

Autor / Año	Material empleado	Dosificación	Resultado en resistencia a compresión
Dharek et al. (2022)	Ceniza de bagazo de caña de azúcar	0% – 60% (óptima 30%)	Mejoro un 30% permitió cumplir normativa y mejorar resistencia.
Sasui et al. (2018)	Cascarilla de arroz cruda (RRH) y ceniza de cascarilla quemada (RHA)	2% cada aditivo	RRH mejoró resistencia en 21%; RHA no generó mejora.
Zhang et al. (2021)	Silicato de potasio + ceniza volante (Suspensión PS-F)	Relación de mezcla 0.47	Resistencia mejorada hasta en un 30%.
Sandoval (2021)	Ceniza de carbón + cal	3%, 5%, 8%, 10%, 12% (óptima 10%)	A 10% se incrementa resistencia y erosión.
Rocca (2020)	Ceniza de arroz + bagazo de caña	Ceniza: 2.5%, 7.5%, 12.5% / Bagazo: 0.10%, 0.25%, 0.35%	Mejoró resistencia en hasta un 25.12%.
Mendoza (2018)	Ceniza + arena	10% ceniza y 25% arena	Incremento del 64.88% en resistencia.
Aragón (2021)	Ceniza de quinua	10%	Mejora de 12.84 → 16.37 kg/cm ² .



Autor / Año	Material empleado	Dosificación	Resultado en resistencia a compresión
Chahuara (2022)	Ceniza de estiércol de vaca	0%, 2%, 5%, 9% (óptima 5%)	Máx. 15.08 kg/cm ² vs 12.26 kg/cm ² (47.65% más).
Colque (2021)	Fibra de totora	0.5%, 1.25%, 2%	Mejora significativa los adobes hasta 36%.
Actual (2025)	Ceniza de estiércol y fibra de totora	3%, 6% y 9%	<i>La fibra de totora mejora con su dosificación optima hasta 16.16kg/cm2 al adobe convencional de 12.98kg/cm2</i>

CONCLUSIONES

General, la adición de ceniza de estiércol y fibra de totora al adobe tradicional elaborado en el distrito de Taraco demuestra una influencia significativa en sus propiedades físicas y mecánicas, evidenciando que ambos aditivos en proporciones del 3%, 6% y 9%, mejoran el comportamiento del adobe frente a esfuerzos de compresión y tracción, así como su estabilidad dimensional.

Primera, el adobe tradicional fabricado en Taraco, sin incorporación de aditivos, presenta una resistencia a compresión progresiva desde 4.03 kg/cm² a los 7 días, 8.68 kg/cm² a los 14 días y 12.97 kg/cm² a los 28 días, con una resistencia a tracción que inicia en 0.312 kg/cm² y llega a 1.078 kg/cm² al término del periodo de estudio. En cuanto a su comportamiento dimensional, muestra un alabeo promedio de 1.70 mm en curvatura cóncava y 1.63 mm en convexa. Estos valores sirven como referencia base para contrastar el efecto de los aditivos evaluados.

Segundo, la incorporación de ceniza de estiércol en proporciones del 3%, 6% y 9% influyó positivamente en la estabilidad dimensional del adobe. En particular, el alabeo convexo disminuyó hasta 1.34 mm y el cóncavo hasta 1.57 mm con el uso de 6% y 9% de ceniza, indicando un comportamiento más uniforme en el secado y menor deformación superficial. Esto confirma que dicho residuo actúa como relleno activo y mejora la compacidad del material, optimizando su forma final sin afectar negativamente la textura ni la trabajabilidad.

Tercero, el efecto de los aditivos sobre las propiedades mecánicas fue considerable. Las mezclas con 6% de ceniza de estiércol alcanzaron una resistencia a compresión de 15.14 kg/cm² y una resistencia a tracción de 1.306 kg/cm² a los 28 días, mientras que las formulaciones con 9% de fibra de totora llegaron a 16.16 kg/cm² en compresión y 1.406



kg/cm² en tracción. A nivel general, la fibra mostró un mejor desempeño en tracción, mientras que la ceniza sobresalió en los primeros días de curado. Estas mejoras reflejan un refuerzo estructural efectivo y estable, adecuado para condiciones constructivas que demandan mayor durabilidad y resistencia.

RECOMENDACIONES

Primera, para investigaciones futuras, se sugiere ampliar el análisis a otros tipos de residuos orgánicos y fibras naturales disponibles localmente, a fin de comparar su desempeño con la ceniza de estiércol y la fibra de totora. También sería pertinente evaluar el comportamiento de las mezclas bajo condiciones ambientales reales, como exposición directa a lluvias, heladas o ciclos térmicos.

Segunda, se recomienda estandarizar el método de elaboración del adobe tradicional en Taraco mediante caracterización granulométrica del suelo y control de humedad, a fin de garantizar resultados reproducibles y facilitar comparaciones más precisas con adobes mejorados en futuras investigaciones.

Tercera, para evaluar con mayor profundidad el efecto físico de los aditivos, futuros estudios deberían considerar el análisis térmico, absorción de agua y durabilidad frente a la erosión, lo cual permitiría validar su efectividad en condiciones prolongadas de uso y ampliar su aplicabilidad en zonas con climas extremos.

Cuarta, se sugiere estudiar la combinación simultánea de ceniza de estiércol y fibra de totora con otros refuerzos naturales, como cabuya, ichu o fibras agrícolas, explorando mezclas híbridas que puedan potenciar aún más la resistencia mecánica del adobe sin comprometer su sostenibilidad ni su viabilidad económica.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abat Marcos, C. W. (2022). Análisis de las Propiedades Físico-Mecánicas del adobe reforzado con paja de cebada y fibra de lana de oveja , distrito de Huallanca-Ancash, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109046>
- Aguilar Hanccho, A. J. (2023). Influencia del filamento de cuy en el adobe, Fundo Miraflores, distrito de Orurillo, provincia de Melgar, departamento de Puno 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/114822>
- Alcalde, R. (2023). *Resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos ecológicos tipo lego variando los porcentajes de tierra, cemento y yeso* 2022. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36447>
- Aldana Huaman, J. G., & Bustamante Bazan, R. (2023). Propuesta de diseño de unidad de adobe mejorado con Pet y Cemento, lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671150>
- Alejo Cabana, L. H. (2022). Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del adobe, adicionando ceniza de cañihua y polímero reciclado, en el distrito de Cabanilla, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112714>
- Apaza, T., & Michel, J. (2020). Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno—2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57615>
- 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. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79111>



- Araya-Letelier, G., Antico, F. C., Burbano-Garcia, C., Concha-Riedel, J., Norambuena-Contreras, J., Concha, J., & Saavedra Flores, E. I. (2021). Experimental evaluation of adobe mixtures reinforced with jute fibers. *Construction and Building Materials*, 276, 122127. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122127>
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), Article 2. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Babé, C., Kidmo, D. K., Tom, A., Mvondo, R. R. N., Boum, R. B. E., & Djongyang, N. (2020). Thermomechanical characterization and durability of adobes reinforced with millet waste fibers (sorghum bicolor). *Case Studies in Construction Materials*, 13, e00422. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00422>
- Buildings | Free Full-Text | Hydrothermal Evaluation of Vernacular Housing: Comparing Case Studies of Waste PET Bottles, Stone, and Adobe Houses.* (s. f.). Recuperado 27 de julio de 2024, de <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/8/1162>
- Carrasco, A., & Virgilio, O. (2019). Incidencia de la fibra vegetal «paja ichu» en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3273>
- Chahuara Ñaupá, D. R. (2022). Influencia de la ceniza de estiércol de vaca para mejorar la resistencia a compresión del adobe – Pisacoma, Puno—2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96192>
- Chonlon Gonzales, A. A., & Mejia Martinez, N. (2023). Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Agregando Viruta de Madera y Tusa de Maíz. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11432>
- Colque Mamani, C. A. (2021). Adición de fibra de totora para analizar el comportamiento mecánico y físico de las unidades de adobe, Ichu—Puno 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77648>



- Condori Zela, J. R., Mamani Palero, Y. N., & Pari Erquinigo, V. D. (2023). Influencia del polietileno de baja densidad y tereftalato de polietileno reciclados en el comportamiento físico y mecánico de unidades de adobe en la región Puno. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13041>
- Contreras Valderrama, O. (2023). Adición de mucílago de penca de tuna para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Sabaino, Apurímac—2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113050>
- Dharek, M. S., Sreekesava, K. S., Vengala, J., Pramod, K., Sunagar, P., & Shivaprakash, M. V. (2022). Experimental Investigations on Utilization of Bagasse Ash in Adobe Bricks. En L. Nandagiri, M. C. Narasimhan, S. Marathe, & S. V. Dinesh (Eds.), *Sustainability Trends and Challenges in Civil Engineering* (pp. 487-496). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-16-2826-9_31
- Espinoza Espinoza, R. E., & Pacori Zapana, J. C. (2023). Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporando mucílago de penca de tuna y lana de ovino, Ayacucho, 2023. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/125970>
- Ferrer de la Cruz, J. J., & Valderrama Reyes, J. (2022). Resistencia a la compresión del adobe, elaborado con cenizas de Mytilidae, Tauca – 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96472>
- Guarniz Villalobos, W. M., & Rodríguez Layza, C. M. (2022). Características físicas y mecánicas del adobe artesanal incorporando ceniza de bagazo de uva, Cascas, La Libertad. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103891>
- Herrera Jimenez, K. A. (2023). Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe al incorporar crin de caballo. *Repositorio Institucional - USS*.
<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11389>



- Laime Ancalle, G. (2019). Diseño de elaboración del adobe incorporando la fibra de Totora para reforzar las propiedades físico y mecánico – Huancavelica 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50095>
- Malasquez Aburto, E. R., & Ramirez Lujan, W. (2023). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe convencional y del adobe con fibras de totora o ichu, en la provincia de Huarochirí, Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670243>
- Mamani, Y., & Yony, W. (s. f.). *Influencia en las propiedades físico mecánicas del adobe adicionando fibra orgánica y polímeros reciclados en la comunidad de Collana Juliaca*. Recuperado 27 de julio de 2024, de <https://repositorio.uancv.edu.pe/items/044397c0-9a1c-4efa-8aa2-d4323905b973>
- Masco Ninameza, N. (2022). Análisis comparativo de las propiedades en muros de adobe reforzado con fibra de alpaca y avena en C.P Pucachupa,Puno-2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105218>
- Medina, D., Salas, H., Ticllacuri, R., & Paredes, W. (2022). Evaluación constructiva y funcional de vivienda rural de adobe estabilizado con caña carrizo del programa nacional de vivienda rural, Huancavelica. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.54943/ricci.v2i2.217>
- Mejia Zuñiga, E. J. (2018). *Propuesta de un modelo de diseño sísmico en construcciones de adobe y su incidencia en la reducción de desastres en la zona rural de Huaraz— Ancash – 2016*.
- 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>
- Nieto Palomino, L. A., & Tello Perez, E. F. (2019). Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628256>



- Noa Huaman, M. E., & Ordoñez Claros, D. D. (2022). Adición de Fibras PET en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: La densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de Ayacucho-Perú. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659101>
- Olarte Mamani, I. E., & Velasquez Mamani, L. M. (2022). Adición de lana de ovino procesado para mejorar las propiedades del adobe en viviendas altoandinas, distrito de Palca, Puno, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99880>
- Ouedraogo, M., Dao, K., Millogo, Y., Aubert, J.-E., Messan, A., Seynou, M., Zerbo, L., & Gomina, M. (2019). Propiedades físicas, térmicas y mecánicas de adobes estabilizados con paja de fonio (*Digitaria exilis*). *Journal of Building Engineering*, 23, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.02.005>
- Peralta Gonzales, C. P. (2021). Análisis del comportamiento físico y mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76247>
- Portuguez Vines, M. H., & Calderon Trujillo, B. A. (2021). Propuesta de reforzamiento con lana de oveja en las unidades de adobe y ferrocemento en los muros para mejorar las propiedades mecánicas de las viviendas sísmicamente vulnerables del distrito de La Esperanza- Trujillo. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658551>
- Robalino Sánchez, E. F. (2019). *La adición de botellas plásticas PET en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en el cantón Ambato provincia de Tungurahua* [bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30028>



- Rocca Villalobos, F. J. (2020). Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes, Ferreñafe 2020. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57669>
- Sánchez, L. T., & Alexander, W. (2022). Evaluación de la fibra de champaqara y goma de tuna en las propiedades del adobe reforzado, Cañete – Lima 2022. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96246>
- 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>
- Sasui, S., Jinwuth, W., & Hengrasmee, S. (2018). The Effects of Raw Rice Husk and Rice Husk Ash on the Strength and Durability of Adobe Bricks. *Civil Engineering Journal*, 4(4), Article 4. <https://doi.org/10.28991/cej-0309128>
- Sumerente, G., Lovon, H., Tarque, N., & Chácaras, C. (2020). Assessment of Combined In-Plane and Out-of-Plane Fragility Functions for Adobe Masonry Buildings in the Peruvian Andes. *Frontiers in Built Environment*, 6. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.00052>
- Zhang, J., Li, C., Ding, L., & Li, J. (2021). Performance evaluation of cement stabilized recycled mixture with recycled concrete aggregate and crushed brick. *Construction and Building Materials*, 296, 123596. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123596>
- Zhang, J., Li, Zuixiong, Chen, Wenwu, Wang, Xudong, Sun, Manli, & Guo, Q. (2017). The properties of potassium silicate/ fly ash slurry used in the conservation of adobe structures. *Studies in Conservation*, 62(2), 114-121. <https://doi.org/10.1080/00393630.2016.1149912>



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

Tesis: “INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025”				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuál es la influencia de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco 2025?	Objetivo General: Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora sobre las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco 2025.	Hipótesis General: La influencia de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora mejorará las propiedades del adobe tradicional del distrito de Taraco 2025.	Variable Independiente CENIZA DE ESTIÉRCOL FIBRA DE TOTORA Dimensiones: <i>Adobe + Ceniza de estiércol en 3%, 6% y 9%</i> <i>Adobe + Fibra de totora en 3%, 6% y 9%</i>	Balanza de precisión
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas en el distrito de Taraco?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas en el distrito de Taraco.	Las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas en el distrito de Taraco, no cumplen las recomendaciones mínimas de la normativa E.080.		
¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco?	Explicar la influencia de la aplicación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.	La influencia de la aplicación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables mejorará las propiedades físicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.	Variable Dependiente PROPIEDADES DEL ADOBE Dimensiones: <i>Absorción</i> <i>Alabeo</i> <i>Succión</i> <i>Variación dimensional</i> <i>Resistencia a la compresión</i> <i>Resistencia a la tracción</i>	Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos. Norma E 0.70
¿Cuál es el impacto de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades mecánicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco?	Explicar el impacto de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables sobre las propiedades mecánicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.	El impacto de la incorporación de ceniza de estiércol y fibra de totora en porcentajes variables incrementará las propiedades mecánicas del adobe tradicional en el distrito de Taraco.		

Anexo 2. Panel fotográfico



Fotografía 1. Estiércol antes de ser calcinado



Fotografía 2. Estiércol antes y después de ser procesado



Fotografía 3. Procesamiento de la totora.



Fotografía 4. Procesado de totora en unidades de 5cm



Fotografía 5. Recolectando material



Fotografía 6. Totorá lista para ser adicionada



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
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 CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V - JULIACA.

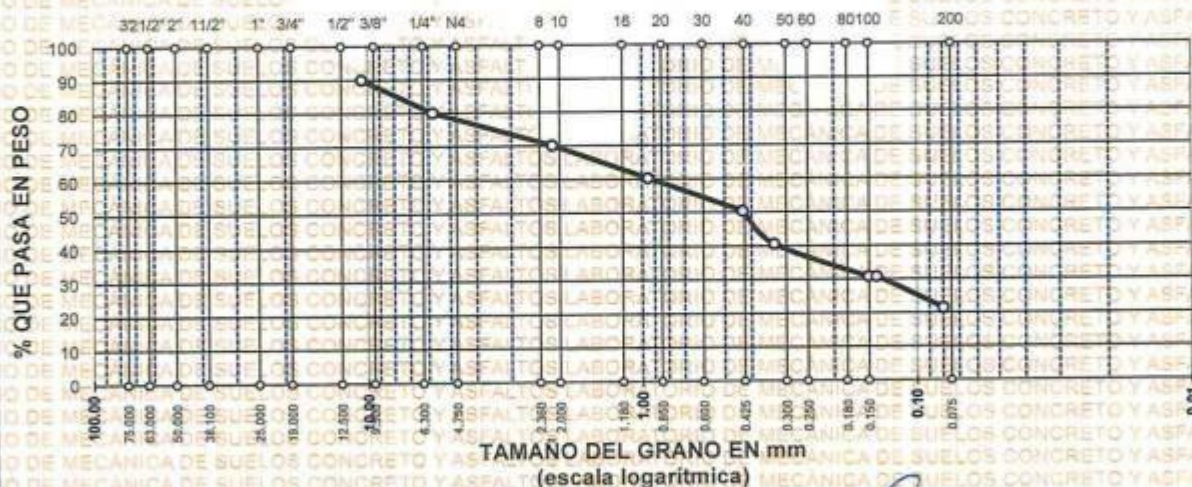
MUESTRA : CALICATA 1 - MUESTRA 1

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	74.000						P.I.= 1000.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 786.05
2"	51.000						P.P.= 213.95
1 1/2"	39.100						% w = 25.10
1"	24.000						LÍMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	20.000						L.L.= 35.98
1/2"	13.500						L.P.= 18.26
3/8"	10.500	100.00	10.00	10.00	90.00		I.P.= 17.72
1/4"	5.200						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	5.780	99.33	9.93	19.93	80.07		D10= --- Cu= ---
No8	2.650						D30= 0.135 Cc= ---
No10	2.120	99.12	9.91	29.85	70.16		D60= 0.94
No16	1.070						CLASIFICACIÓN:
No20	0.950	99.06	9.91	39.75	60.25		I.G. = :
No30	0.500						SUCS : ML
No40	0.430	98.06	9.81	49.56	50.44		ASSTHO : RETO Y ASFALTOS
No50	0.330	98.78	9.88	59.44	40.57		OBSERVACIONES:
No60	0.270						
No80	0.160						
No100	0.140	98.06	9.81	69.24	30.76		
No200	0.080	93.64	9.36	78.61	21.40		
BASE		213.95	21.40	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA		21.40					

786.05

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Dr. Arnaldo Yana Torres

CIP 163257

BIE: 0006-00312618



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



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

MUESTRA : CALICATA 1 - MUESTRA 1

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	96.79
SUELO SECO + TARRO	gr	82.26
PESO DEL TARRO	gr	24.38
PESO DEL AGUA	gr	14.53
PESO DEL SUELO SECO	gr	57.88
HUMEDAD %	%	25.10

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO				
TARRO N°		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	29.73	29.49	29.31	18.25	17.85
SUELO SECO + TARRO	gr	27.03	27.27	27.23	16.42	16.21
PESO DEL TARRO	gr	21.10	21.10	21.10	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	2.70	2.22	2.08	1.83	1.64
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.93	6.17	6.13	8.42	8.21
HUMEDAD %	%	37.85	35.98	33.93	18.46	19.98
N° DE GOLPES		30	25	15		
LÍMITE LÍQUIDO % :		35.98			LÍMITE PLÁSTICO % : 18.26	
ÍNDICE PLÁSTICO % :		17.72				

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

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

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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

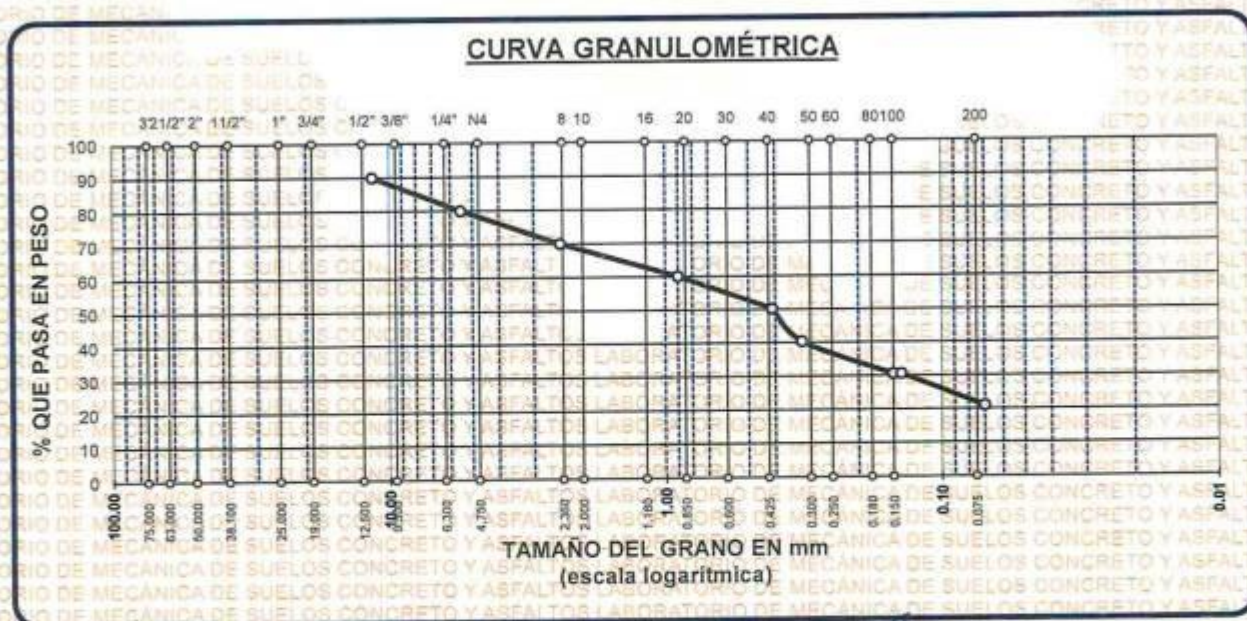
SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA.

MUESTRA : CALICATA 2 - MUESTRA 2

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	74.000						P.I.= 1000.00
2 1/2"	21.000						P.L.= 790.92
2"	52.000						P.P.= 209.08
1 1/2"	39.000						% w = 23.29
1"	27.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	17.000						L.L.= 33.79
1/2"	14.000						L.P.= 16.97
3/8"	11.500	100.00	10.00	10.00	90.00		I.P.= 16.82
1/4"	7.200						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	5.500	99.96	10.00	20.00	80.00		D10= --- Cu= ---
No8	3.030						D30= 0.136 Cc= ---
No10	2.400	99.62	9.96	29.96	70.04		D60= 0.90
No16	1.420						CLASIFICACIÓN:
No20	0.900	99.54	9.95	39.91	60.09		I.G. = :
No30	0.520						SUCS : CL
No40	0.410	99.01	9.90	49.81	50.19		ASSTHO :
No50	0.320	98.62	9.86	59.68	40.33		OBSERVACIONES:
No60	0.220						
No80	0.190						
No100	0.140	97.64	9.76	69.44	30.56		
No200	0.070	96.53	9.65	79.09	20.91		
BASE		209.08	20.91	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA		20.91					



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

BIE: B006-00312618



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



PROYECTO

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

MUESTRA

CALICATA 2 - MUESTRA 2

FECHA

23 DE JUNIO DEL 2025

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	95.78
SUELO SECO + TARRO	gr	82.12
PESO DEL TARRO	gr	23.48
PESO DEL AGUA	gr	13.66
PESO DEL SUELO SECO	gr	58.64
HUMEDAD %	%	23.29

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO				
TARRO N°		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	28.87	29.12	29.15	17.63	17.13
SUELO SECO + TARRO	gr	27.01	26.89	26.92	16.11	16.06
PESO DEL TARRO	gr	21.10	21.10	21.10	8.02	8.01
PESO DEL AGUA	gr	1.86	2.23	2.23	1.52	1.07
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.91	5.79	5.82	8.09	8.05
HUMEDAD %	%	31.47	33.86	34.76	18.79	13.29
N° DE GOLPES		30	25	15		
LÍMITE LÍQUIDO %		33.79		LÍMITE PLÁSTICO %		16.97

ÍNDICE PLÁSTICO % : 16.82

$$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER CARLOS CÚTIPA PALOMINO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

MUESTRA

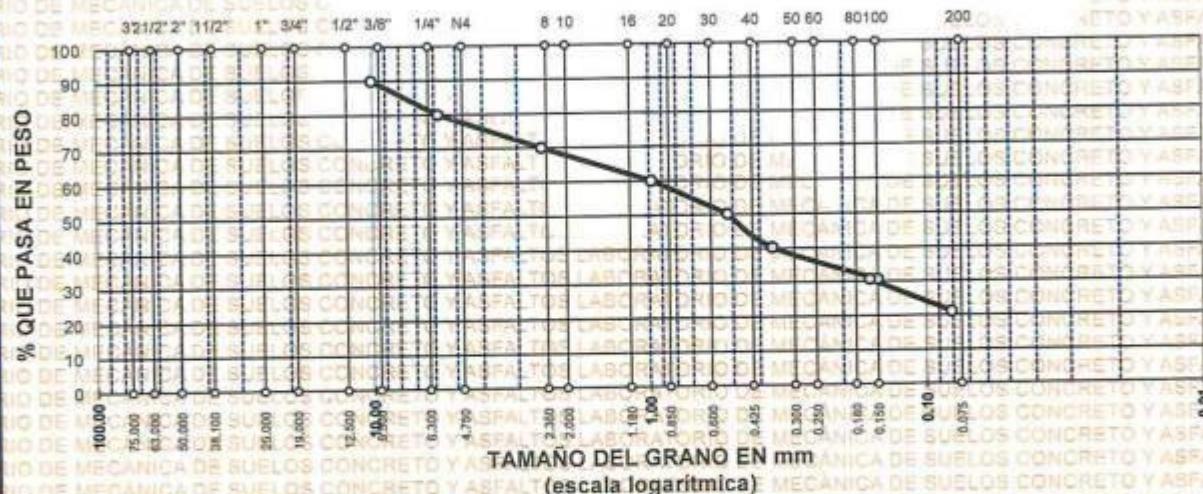
CALICATA 3 - MUESTRA 3

FECHA

23 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	71.000						P.I.= 1000.00
2 1/2"	60.000						P.L.= 788.96
2"	54.000						P.P.= 211.04
1 1/2"	39.000						% W = 21.38
1"	27.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	20.000						L.L.= 32.26
1/2"	13.500						L.P.= 17.16
3/8"	10.100	100.00	10.00	10.00	90.00		I.P.= 15.10
1/4"	7.100						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	5.800	99.92	9.99	19.99	80.01		D10= --- Cu= ---
No8	3.200						D30= 0.154 Cc= ---
No10	2.450	99.74	9.97	29.97	70.03		D60= 0.98
No16	1.700						CLASIFICACIÓN:
No20	0.980	99.45	9.95	39.91	60.09		I.G. = :
No30	0.774						SUCS : CL
No40	0.520	99.03	9.90	49.81	50.19		ASSTHO :
No50	0.360	98.78	9.88	59.69	40.31		OBSERVACIONES:
No60	0.270						
No80	0.200						
No100	0.160	96.06	9.61	69.30	30.70		
No200	0.081	95.98	9.60	78.90	21.10		
BASE		211.04	21.10	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA		21.10					

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

BIE- B005 00212618



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



PROYECTO

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

MUESTRA

CAUCATA 3 - MUESTRA 3

FECHA

23 DE JUNIO DEL 2025

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	93.69
SUELO SECO + TARRO	gr	81.26
PESO DEL TARRO	gr	23.12
PESO DEL AGUA	gr	12.43
PESO DEL SUELO SECO	gr	58.14
HUMEDAD %	%	21.38

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	28.42	28.32	28.52	18.74	18.03
SUELO SECO + TARRO	gr	26.31	26.21	26.36	16.97	16.86
PESO DEL TARRO	gr	21.10	21.10	21.10	8.01	8.01
PESO DEL AGUA	gr	2.11	2.11	2.16	1.77	1.17
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.21	5.11	5.26	8.96	8.85
HUMEDAD %	%	30.97	33.74	34.42	19.75	13.22
N° DE GOLPES		30	25	15		
LÍMITE LÍQUIDO % :		32.26	LÍMITE PLÁSTICO % :		17.16	

ÍNDICE PLÁSTICO % : 15.10

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR 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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TÓTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

: BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA

: ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR

: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 23 DE JUNIO 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 =	11646	11741	11521	11696	
B =	13083	13212	13052	13096	
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	M - C	M - 1	11646.00	13083.00	12.34%
2	M - C	M - 2	11741.00	13212.00	12.53%
3	M - C	M - 3	11521.00	13052.00	13.29%
4	M - C	M - 4	11696.00	13096.00	11.97%
					12.53%

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE 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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

: BACHILLER- CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA

: ADOBE ESTABILIZADO + 3% CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR

: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 23 DE JUNIO DEL 2025

ABSORCION

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=	11912	11910	11917	11920	
B=	13181	13110	13155	13131	
Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE ESTABILIZADO +3%	M - 1	11912.00	13181.00	10.65
2	ADOBE ESTABILIZADO +3%	M - 2	11910.00	13110.00	10.08
3	ADOBE ESTABILIZADO +3%	M - 3	11917.00	13155.00	10.39
4	ADOBE ESTABILIZADO +3%	M - 4	11920.00	13131.00	10.16
					10.32

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A.
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 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 : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 6% CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

ABSORCION

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= PESO DE ADOBE SECO
B= PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	
A=	12070	12069	12104	12032	
B=	13171	13148	13126	13193	
Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 1	12070.00	13171.00	9.12
2	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 2	12069.00	13148.00	8.94
3	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 3	12104.00	13126.00	8.44
4	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 4	12032.00	13193.00	9.65
					9.04

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



Dr. Arnoldo 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 ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

: BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA

: ADOBE ESTABILIZADO + 9% CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR

: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 23 DE JUNIO 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 =	12411	12398	12381	12357	
B =	13594	13592	13573	13492	
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 1	12411.00	13594.00	9.53
2	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 2	12398.00	13592.00	9.63
3	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 3	12381.00	13573.00	9.63
4	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 4	12357.00	13492.00	9.19
					9.49

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FISIP - 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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

: BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA

: ADOBE ESTABILIZADO + 3% FIBRA DE TOTORA

LUGAR

: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 23 DE JUNIO DEL 2025

ABSORCIÓN

B=

$(B-A) \times 100$

A

A= PESO DE ADOBE SECO

B= PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	
A=	11982	11998	12072	12068	
B=	13214	13252	13411	13443	
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE ESTABILIZADO + 3%	M - 1	11982.00	13214.00	10.28
2	ADOBE ESTABILIZADO + 3%	M - 2	11998.00	13252.00	10.45
3	ADOBE ESTABILIZADO + 3%	M - 3	12072.00	13411.00	11.09
4	ADOBE ESTABILIZADO + 3%	M - 4	12068.00	13443.00	11.39
					10.80

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnoldo 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 ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

: BACHILLER - CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA

: ADOBE ESTABILIZADO + 6% FIBRA DE TOTORA

LUGAR

: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 23 DE JUNIO 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 =	12211	12498	12481	12257	
B =	13374	13672	13713	13462	
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 1	12211.00	13374.00	9.52
2	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 2	12498.00	13672.00	9.39
3	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 3	12481.00	13713.00	9.87
4	ADOBE ESTABILIZADO + 6%	M - 4	12257.00	13462.00	9.83
					9.65

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO

: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE

: BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA

: ADOBE ESTABILIZADO + 9% FIBRA DE TOTORA

LUGAR

: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 23 DE JUNIO DEL 2025

ABSORCION

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

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	
A=	12191	12188	12211	12157	
B=	13424	13478	13503	13492	
Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 1	12191.00	13424.00	10.11
2	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 2	12188.00	13478.00	10.58
3	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 3	12211.00	13503.00	10.58
4	ADOBE ESTABILIZADO + 9%	M - 4	12157.00	13492.00	10.96
					10.57

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



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

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

UBICACIÓN : ADOBE CONVENCIONAL, ADOBE ESTABILIZADO 3%, 6% y 9%

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

ADOBE CONVENCIONAL

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	10610.36	10624.60	200.00	14.24
2	10774.10	10789.07	200.00	14.97
3	10986.04	11000.97	200.00	14.93
4	10736.00	10750.09	200.00	14.09
PROMEDIO FINAL				14.56

ADOBE+ 3% CENIZA DE ESTIÉRCOL

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11107.98	11121.40	200.00	13.42
2	11141.00	11154.22	200.00	13.22
3	11174.00	11187.09	200.00	13.09
4	11085.00	11098.79	200.00	13.79
PROMEDIO FINAL				13.38

ADOBE + 6% CENIZA DE ESTIÉRCOL

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11297.25	11307.12	200.00	9.87
2	11263.52	11273.57	200.00	10.05
3	11276.25	11286.23	200.00	9.98
4	11379.24	11389.49	200.00	10.25
PROMEDIO FINAL				10.04

ADOBE + 9% CENIZA DE ESTIÉRCOL

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11297.25	11308.49	200.00	11.04
2	11263.52	11275.26	200.00	11.14
3	11276.25	11288.28	200.00	12.03
4	11379.24	11390.60	200.00	11.06
PROMEDIO FINAL				11.08



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

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025
SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO
UBICACIÓN : ADOBE ESTABILIZADO 3%, 6% y 9%
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

ADOBE + 3% FIBRA DE TOTORA

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	10749.42	10762.84	200.00	13.42
2	10865.74	10878.99	200.00	13.25
3	10823.68	10837.35	200.00	13.67
4	10877.62	10890.84	200.00	13.22
PROMEDIO FINAL				13.39

ADOBE + 6% FIBRA DE TOTORA

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11586.25	11596.60	200.00	10.35
2	11627.35	11637.56	200.00	10.21
3	11679.25	11689.99	200.00	10.74
4	11679.58	11690.44	200.00	10.86
PROMEDIO FINAL				10.54

ADOBE + 9% FIBRA DE TOTORA

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11586.25	11597.49	200.00	11.24
2	11627.35	11638.70	200.00	11.35
3	11679.25	11691.00	200.00	11.75
4	11679.58	11691.25	200.00	11.67
PROMEDIO FINAL				11.68



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA
SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 24 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	39.87	40.08	39.87	40.16	40.19	40.03	-0.08
	Ancho	20.11	20.14	19.93	19.91	20.08	20.03	-0.17
	Altura	10.12	10.2	9.89	9.88	9.87	9.99	0.08
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	40.09	39.88	39.97	40.16	40.13	40.05	-0.11
	Ancho	19.77	19.85	20.78	19.78	19.87	20.01	-0.05
	Altura	10.13	9.98	9.92	10.2	10.08	10.06	-0.62
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	39.95	39.98	39.87	40.19	40.22	40.04	-0.11
	Ancho	19.93	19.82	20.13	20.17	19.98	20.01	-0.03
	Altura	10.14	9.98	9.85	10.21	10.18	10.07	-0.72
ADOBE CONVENCIONAL	Largo	39.99	39.98	39.89	40.23	40.22	40.06	-0.15
	Ancho	19.78	19.96	19.9	20.17	20.17	20.00	0.02
	Altura	9.95	9.89	9.87	10.19	10.14	10.01	-0.08

NOTA :

E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 3% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 24 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE ESTABILIZADO + 3% CE	Largo	40.32	40.41	39.89	40.16	40.09	40.17	-0.43
	Ancho	20.16	20.06	20.39	20.18	20.21	20.20	-1.00
	Altura	10.31	10.08	10.21	9.82	9.92	10.07	-0.68
ADOBE ESTABILIZADO + 3% CE	Largo	40.23	40.39	40.12	39.87	40.44	40.21	-0.53
	Ancho	20.25	20.09	20.42	19.87	19.79	20.08	-0.42
	Altura	10.41	9.78	9.88	10.17	10.23	10.09	-0.94
ADOBE ESTABILIZADO + 3% CE	Largo	40.14	40.21	39.98	40.38	40.15	40.17	-0.43
	Ancho	20.41	20.21	19.32	20.14	20.18	20.05	-0.26
	Altura	10.12	10.26	9.32	10.19	10.17	10.01	-0.12
ADOBE ESTABILIZADO + 3% CE	Largo	39.21	40.42	40.39	40.16	40.19	40.07	-0.18
	Ancho	20.36	20.32	19.41	20.32	20.21	20.12	-0.62
	Altura	10.39	9.98	10.54	9.87	10.14	10.18	-1.84

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 INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 6% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 24 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE ESTABILIZADO + 6% CE	Largo	39.98	40.58	40.32	39.14	40.75	40.15	-0.38
	Ancho	19.69	20.36	19.11	20.25	20.36	19.95	0.23
	Altura	9.78	10.21	10.29	10.32	9.78	10.08	-0.76
ADOBE ESTABILIZADO + 6% CE	Largo	40.1	40.69	39.87	39.25	40.69	40.12	-0.30
	Ancho	20.21	20.25	19.96	20.24	19.36	20.00	-0.02
	Altura	10.22	9.36	9.78	10.36	10.42	10.03	-0.28
ADOBE ESTABILIZADO + 6% CE	Largo	40.35	39.14	39.79	39.39	40.78	39.89	0.27
	Ancho	19.78	20.74	19.88	19.36	19.58	19.87	0.66
	Altura	10.18	10.36	10.33	10.12	9.87	10.17	-1.72
ADOBE ESTABILIZADO + 6% CE	Largo	40.38	40.63	39.45	39.78	39.86	40.02	-0.05
	Ancho	20.36	20.69	19.98	19.89	19.71	20.13	-0.63
	Altura	9.87	9.49	10.26	10.29	10.65	10.11	-1.12

NOTA :

E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 9% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 24 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE ESTABILIZADO + 9% CE	Largo	39.74	40.23	40.52	39.98	40.75	40.24	-0.61
	Ancho	19.75	20.26	19.69	20.41	20.36	20.09	-0.47
	Altura	9.69	10.1	10.25	10.26	9.78	10.02	-0.16
ADOBE ESTABILIZADO + 9% CE	Largo	40.79	40.26	39.38	39.78	40.69	40.18	-0.45
	Ancho	20.47	20.09	19.74	20.19	19.36	19.97	0.15
	Altura	10.86	9.77	9.42	10.32	10.42	10.16	-1.58
ADOBE ESTABILIZADO + 9% CE	Largo	40.75	39.98	39.25	39.41	40.78	40.03	-0.08
	Ancho	19.85	20.32	19.56	19.98	19.58	19.86	0.71
	Altura	10.24	10.19	10.25	10.16	9.48	10.06	-0.64
ADOBE ESTABILIZADO + 9% CE	Largo	40.75	40.36	39.35	39.69	39.86	40.00	0.00
	Ancho	20.25	20.24	19.45	19.77	19.71	19.88	0.58
	Altura	9.58	9.77	10.44	10.41	10.65	10.17	-1.70

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 Piana Torres
CIP. 103257



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 3% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 24 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE ESTABILIZADO + 3% FT	Largo	39.79	39.87	40.76	40.36	40.75	40.31	-0.76
	Ancho	20.83	20.23	19.22	20.43	20.79	20.30	-1.50
	Altura	10.02	10.14	9.75	10.64	10.26	10.16	-1.62
ADOBE ESTABILIZADO + 3% FT	Largo	39.43	40.35	39.19	39.43	40.79	39.84	0.40
	Ancho	20.21	20.12	19.58	19.96	20.74	20.12	-0.61
	Altura	10.1	10.34	10.85	10.27	9.38	10.19	-1.88
ADOBE ESTABILIZADO + 3% FT	Largo	40.14	40.22	40.14	40.47	39.89	40.17	-0.43
	Ancho	20.35	20.41	20.74	20.58	19.74	20.36	-1.82
	Altura	9.25	10.21	10.47	10.35	9.74	10.00	-0.04
ADOBE ESTABILIZADO + 3% FT	Largo	40.39	39.96	40.58	39.75	40.58	40.25	-0.63
	Ancho	20.25	19.45	19.58	20.69	20.52	20.10	-0.49
	Altura	10.96	10.21	10.75	9.36	9.42	10.14	-1.40

NOTA :

E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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

Dr. Argandoña Torres
CIP 103257



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TÓTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 6% FIBRA DE TÓTORA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 24 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE ESTABILIZADO + 6% FT	Largo	39.87	39.79	40.29	40.32	40.43	40.14	-0.35
	Ancho	20.12	20.92	19.26	20.12	20.13	20.11	-0.55
	Altura	10.35	10.12	9.87	10.21	10.25	10.16	-1.60
ADOBE ESTABILIZADO + 6% FT	Largo	39.83	40.29	39.83	39.78	40.73	40.09	-0.23
	Ancho	20.3	20.58	19.69	19.96	20.75	20.26	-1.28
	Altura	10.21	10.22	10.36	10.12	9.25	10.03	-0.32
ADOBE ESTABILIZADO + 6% FT	Largo	40.3	40.96	40.35	40.38	39.39	40.28	-0.69
	Ancho	20.1	20.77	20.42	20.22	19.54	20.21	-1.05
	Altura	9.14	10.45	10.51	10.21	9.69	10.00	0.00
ADOBE ESTABILIZADO + 6% FT	Largo	40.15	39.65	40.36	39.78	40.66	40.12	-0.30
	Ancho	20.21	19.85	19.67	20.98	20.63	20.27	-1.34
	Altura	10.33	10.33	10.36	9.87	9.24	10.03	-0.26

NOTA :

E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP/103257



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 9% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 24 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
ADOBE ESTABILIZADO 9% FT	Largo	39.46	39.79	40.32	40.79	40.12	40.10	-0.24
	Ancho	20.95	20.41	19.98	20.1	20.08	20.30	-1.52
	Altura	10.14	10.01	9.88	10.44	10.12	10.12	-1.18
ADOBE ESTABILIZADO 9% FT	Largo	39.27	40.29	39.72	39.21	40.63	39.82	0.44
	Ancho	20.74	20.58	19.98	19.74	20.2	20.25	-1.24
	Altura	10.03	10.22	10.12	10.42	9.87	10.13	-1.32
ADOBE ESTABILIZADO 9% FT	Largo	40.74	40.96	40.12	40.25	39.98	40.41	-1.02
	Ancho	20.22	20.77	20.32	20.45	19.78	20.31	-1.54
	Altura	9.35	10.45	10.14	10.36	9.85	10.03	-0.30
ADOBE ESTABILIZADO 9% FT	Largo	40.25	39.65	40.27	39.24	40.21	39.92	0.19
	Ancho	20.36	19.85	19.87	20.81	20.36	20.25	-1.25
	Altura	10.21	10.33	10.08	9.74	9.87	10.05	-0.46

NOTA :

E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIF: 103257



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
ADOBE CONVENCIONAL	CARA SUPERIOR	1.63	0.00	1.31	1.68
	CARA INFERIOR	1.72	0.00	2.10	1.71
ADOBE CONVENCIONAL	CARA SUPERIOR	1.69	0.00	1.42	1.71
	CARA INFERIOR	1.73	0.00	1.78	1.60
ADOBE CONVENCIONAL	CARA SUPERIOR	1.42	0.00	1.36	1.59
	CARA INFERIOR	1.76	0.00	1.53	1.45
ADOBE CONVENCIONAL	CARA SUPERIOR	2.10	0.00	1.73	2.19
	CARA INFERIOR	2.28	0.00	1.82	1.78

NOTA :

E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm.

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 3% CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
ADOBE ESTABILIZADO +3% CE	CARA SUPERIOR	1.47	0.00	1.82	1.58
	CARA INFERIOR	1.68	0.00	0.94	1.38
ADOBE ESTABILIZADO +3% CE	CARA SUPERIOR	1.75	0.00	1.38	1.55
	CARA INFERIOR	1.35	0.00	1.49	1.44
ADOBE ESTABILIZADO +3% CE	CARA SUPERIOR	1.75	0.00	1.42	1.58
	CARA INFERIOR	1.41	0.00	1.63	1.53
ADOBE ESTABILIZADO +3% CE	CARA SUPERIOR	1.69	0.00	1.85	1.61
	CARA INFERIOR	1.53	0.00	1.41	1.63

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
CIP 103257



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 6% CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
ADOBE ESTABILIZADO 6% CE	CARA SUPERIOR	1.42	0.00	1.46	1.58
	CARA INFERIOR	1.73	0.00	0.70	1.08
ADOBE ESTABILIZADO 6% CE	CARA SUPERIOR	1.77	0.00	0.65	1.63
	CARA INFERIOR	1.48	0.00	1.60	1.13
ADOBE ESTABILIZADO 6% CE	CARA SUPERIOR	1.35	0.00	1.55	1.57
	CARA INFERIOR	1.79	0.00	1.41	1.48
ADOBE ESTABILIZADO 6% CE	CARA SUPERIOR	1.58	0.00	1.65	1.51
	CARA INFERIOR	1.43	0.00	1.75	1.70

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. Arpaldo Yana Torres
CIP: 103257



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 9% CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
ADOBE ESTABILIZADO 9% CE	CARA SUPERIOR	1.42	0.00	1.46	1.69
	CARA INFERIOR	1.96	0.00	0.87	1.17
ADOBE ESTABILIZADO 9% CE	CARA SUPERIOR	1.58	0.00	0.65	1.48
	CARA INFERIOR	1.37	0.00	1.89	1.27
ADOBE ESTABILIZADO 9% CE	CARA SUPERIOR	1.55	0.00	1.55	1.61
	CARA INFERIOR	1.67	0.00	1.42	1.49
ADOBE ESTABILIZADO 9% CE	CARA SUPERIOR	1.82	0.00	1.36	1.69
	CARA INFERIOR	1.55	0.00	1.45	1.41

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 INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 3% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
ADOBE ESTABILIZADO +3% FT	CARA SUPERIOR	1.53	0.00	1.32	1.64
	CARA INFERIOR	1.74	0.00	1.46	1.39
ADOBE ESTABILIZADO +3% FT	CARA SUPERIOR	1.36	0.00	1.55	1.47
	CARA INFERIOR	1.58	0.00	1.64	1.60
ADOBE ESTABILIZADO +3% FT	CARA SUPERIOR	1.46	0.00	1.46	1.61
	CARA INFERIOR	1.75	0.00	1.67	1.57
ADOBE ESTABILIZADO +3% FT	CARA SUPERIOR	1.96	0.00	1.49	1.91
	CARA INFERIOR	1.85	0.00	1.65	1.57

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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 6% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
ADOBE ESTABILIZADO +6% FT	CARA SUPERIOR	1.55	0.00	1.58	1.60
	CARA INFERIOR	1.65	0.00	1.75	1.67
ADOBE ESTABILIZADO +6% FT	CARA SUPERIOR	1.46	0.00	1.63	1.51
	CARA INFERIOR	1.56	0.00	1.45	1.54
ADOBE ESTABILIZADO +6% FT	CARA SUPERIOR	1.70	0.00	1.42	1.75
	CARA INFERIOR	1.80	0.00	1.47	1.45
ADOBE ESTABILIZADO +6% FT	CARA SUPERIOR	1.60	0.00	1.70	1.58
	CARA INFERIOR	1.55	0.00	1.75	1.73

NOTA :

E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 40 cm.

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
C.I.F. 103257



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : ADOBE ESTABILIZADO + 9% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE JUNIO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
ADOBE ESTABILIZADO +9% FT	CARA SUPERIOR	1.72	0.00	1.52	1.74
	CARA INFERIOR	1.75	0.00	1.75	1.64
ADOBE ESTABILIZADO +9% FT	CARA SUPERIOR	1.68	0.00	1.70	1.68
	CARA INFERIOR	1.67	0.00	1.41	1.56
ADOBE ESTABILIZADO +9% FT	CARA SUPERIOR	1.52	0.00	1.50	1.65
	CARA INFERIOR	1.78	0.00	1.68	1.59
ADOBE ESTABILIZADO +9% FT	CARA SUPERIOR	1.78	0.00	1.65	1.74
	CARA INFERIOR	1.69	0.00	1.63	1.64

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 NÉSTOR 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 COMPRESIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f _m (kg/cm ²)
1	T-1	40.05	19.85	7	794.99	3192.41	4.02
2	T-2	40.01	19.99		799.80	3219.63	4.03
3	T-3	39.98	19.90		795.60	3216.74	4.04
4	T-4	39.81	20.10		800.18	3221.69	4.03
	promedio						4.03

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f _m (kg/cm ²)
1	T-1	40.01	19.95	14	798.20	6934.74	8.69
2	T-2	40.07	19.89		796.99	6936.42	8.70
3	T-3	39.91	19.94		795.81	6929.85	8.71
4	T-4	39.89	20.12		802.59	6927.47	8.63
	promedio						8.68

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f _m (kg/cm ²)
1	T-1	40.03	19.92	28	797.40	10376.24	13.01
2	T-2	39.97	19.87		794.20	10291.42	12.96
3	T-3	39.92	19.88		793.61	10317.86	13.00
4	T-4	39.88	20.05		799.59	10322.56	12.91
	promedio						12.97



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - IAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA
Dr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIERCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

TESIS

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO
MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 3% CENIZA DE ESTIERCOL
LUGAR : TARACO
FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.05	19.85	7	794.99	3988.96	5.02
2	T - 2	40.01	19.99		799.80	3887.14	4.86
3	T - 3	39.98	19.90		795.60	3998.53	5.03
4	T - 4	39.81	20.10		800.18	4074.53	5.09
	promedio						5.00

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.01	19.95	14	798.20	7135.46	8.94
2	T - 2	40.07	19.89		796.99	7216.42	9.05
3	T - 3	39.91	19.94		795.81	7987.46	10.04
4	T - 4	39.89	20.12		802.59	7844.41	9.77
	promedio						9.45

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.03	19.92	28	797.3976	11287.36	14.16
2	T - 2	39.97	19.87		794.2039	11338.27	14.28
3	T - 3	39.92	19.88		793.6096	11433.19	14.41
4	T - 4	39.88	20.05		799.594	11376.74	14.23
	promedio						14.27



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP-339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 6% CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.05	19.85	7	794.99	4296.25	5.40
2	T - 2	40.01	19.99		799.80	4175.96	5.22
3	T - 3	39.98	19.90		795.60	4242.65	5.33
4	T - 4	39.81	20.10		800.18	4396.21	5.49
promedio							5.36

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.01	19.95	14	798.20	8814.25	11.04
2	T - 2	40.07	19.89		796.99	8674.74	10.88
3	T - 3	39.91	19.94		795.81	8678.69	10.91
4	T - 4	39.89	20.12		802.59	8798.26	10.96
promedio							10.95

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.03	19.92	28	797.3976	11925.53	14.96
2	T - 2	39.97	19.87		794.2039	12174.25	15.33
3	T - 3	39.92	19.88		793.6096	11974.14	15.09
4	T - 4	39.88	20.05		799.594	12125.63	15.16
promedio							15.13



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

Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 9% CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.05	19.85	7	794.99	4242.96	5.34
2	T - 2	40.01	19.99		799.80	4175.97	5.22
3	T - 3	39.98	19.90		795.60	4285.61	5.39
4	T - 4	39.81	20.10		800.18	4378.32	5.47
promedio							5.35

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.01	19.95	14	798.20	8842.88	11.08
2	T - 2	40.07	19.89		796.99	8576.52	10.76
3	T - 3	39.91	19.94		795.81	8769.45	11.02
4	T - 4	39.89	20.12		802.59	8636.87	10.76
promedio							10.91

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.03	19.92	28	797.3976	11932.61	14.96
2	T - 2	39.97	19.87		794.2039	12169.78	15.32
3	T - 3	39.92	19.88		793.6096	11925.91	15.03
4	T - 4	39.88	20.05		799.594	12163.26	15.21
promedio							15.13



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL +3% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.05	19.85	7	794.99	4386.25	5.52
2	T - 2	40.01	19.99		799.80	4268.96	5.34
3	T - 3	39.98	19.90		795.60	4169.81	5.24
4	T - 4	39.81	20.10		800.18	4328.67	5.41
	promedio						5.38

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.01	19.95	14	798.20	8569.53	10.74
2	T - 2	40.07	19.89		796.99	8697.36	10.91
3	T - 3	39.91	19.94		795.81	8742.67	10.99
4	T - 4	39.89	20.12		802.59	8839.54	11.01
	promedio						10.91

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.03	19.92	28	797.3976	11877.41	14.90
2	T - 2	39.97	19.87		794.2039	11965.29	15.07
3	T - 3	39.92	19.88		793.6096	11759.83	14.82
4	T - 4	39.88	20.05		799.594	12168.88	15.22
	promedio						15.00



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICPA - 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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 6% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.05	19.85	7	794.99	4533.94	5.70
2	T - 2	40.01	19.99		799.80	4364.42	5.46
3	T - 3	39.98	19.90		795.60	4169.72	5.24
4	T - 4	39.81	20.10		800.18	4116.74	5.14
	promedio						5.39

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.01	19.95	14	798.20	8386.78	10.51
2	T - 2	40.07	19.89		796.99	8462.36	10.62
3	T - 3	39.91	19.94		795.81	8636.75	10.85
4	T - 4	39.89	20.12		802.59	8796.29	10.96
	promedio						10.73

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.03	19.92	28	797.3976	12976.39	16.27
2	T - 2	39.97	19.87		794.2039	12714.74	16.01
3	T - 3	39.92	19.88		793.6096	12951.22	16.32
4	T - 4	39.88	20.05		799.594	12797.38	16.00
	promedio						16.15



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : MUESTRA CONVENCIONAL + 9% FIBRA DE TOTORA

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.05	19.85	7	794.99	4533.54	5.70
2	T - 2	40.01	19.99		799.80	4375.96	5.47
3	T - 3	39.98	19.90		795.60	4185.25	5.26
4	T - 4	39.81	20.10		800.18	4198.41	5.25
	promedio						5.42

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.01	19.95	14	798.20	8376.69	10.49
2	T - 2	40.07	19.89		796.99	8478.67	10.64
3	T - 3	39.91	19.94		795.81	8629.82	10.84
4	T - 4	39.89	20.12		802.59	8767.41	10.92
	promedio						10.73

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	T - 1	40.03	19.92	28	797.3976	12949.29	16.24
2	T - 2	39.97	19.87		794.2039	12774.16	16.08
3	T - 3	39.92	19.88		793.6096	12963.20	16.33
4	T - 4	39.88	20.05		799.594	12779.88	15.98
	promedio						16.16



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnoldo Yana Torres
CIF: 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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.00	20.00	7	800.00	247.28	0.309
2	A-C 2	40.00	20.00		800.00	240.97	0.301
3	A-C 3	40.00	20.00		800.00	252.42	0.316
4	A-C 4	40.00	20.00		800.00	258.76	0.323
promedio							0.312

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.00	20.00	14	800.00	702.42	0.878
2	A-C 2	40.00	20.00		800.00	701.96	0.877
3	A-C 3	40.00	20.00		800.00	710.74	0.888
4	A-C 4	40.00	20.00		800.00	699.16	0.874
promedio							0.879

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.03	19.92	28	797.3976	861.79	1.081
2	A-C 2	39.97	19.87		794.2039	857.24	1.079
3	A-C 3	39.92	19.88		793.6096	850.93	1.072
4	A-C 4	39.88	20.05		799.594	863.09	1.079
promedio							1.078



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIF: 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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIERCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 3% CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.05	19.85	7	794.99	264.00	0.332
2	A-C 2	40.01	19.99		799.80	253.12	0.316
3	A-C 3	39.98	19.90		795.60	242.16	0.304
4	A-C 4	39.81	20.10		800.18	267.24	0.334
promedio							0.322

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.01	19.95	14	798.20	687.00	0.861
2	A-C 2	40.07	19.89		796.99	689.25	0.865
3	A-C 3	39.91	19.94		795.81	679.25	0.854
4	A-C 4	39.89	20.12		802.59	698.62	0.870
promedio							0.862

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.03	19.92	28	797.3976	931.23	1.168
2	A-C 2	39.97	19.87		794.2039	984.74	1.240
3	A-C 3	39.92	19.88		793.6096	977.51	1.232
4	A-C 4	39.88	20.05		799.594	941.32	1.177
promedio							1.204



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 6% CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.05	19.85	7	794.99	261.21	0.329
2	A-C 2	40.01	19.99		799.80	257.10	0.321
3	A-C 3	39.98	19.90		795.60	268.20	0.337
4	A-C 4	39.81	20.10		800.18	270.70	0.338
promedio							0.331

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.01	19.95	14	798.20	712.25	0.892
2	A-C 2	40.07	19.89		796.99	717.12	0.900
3	A-C 3	39.91	19.94		795.81	702.32	0.883
4	A-C 4	39.89	20.12		802.59	710.76	0.886
promedio							0.890

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.03	19.92	28	797.3976	1012.12	1.269
2	A-C 2	39.97	19.87		794.2039	1010.03	1.272
3	A-C 3	39.92	19.88		793.6096	1104.32	1.392
4	A-C 4	39.88	20.05		799.594	1031.32	1.290
promedio							1.306



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 9% CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm2)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	A-C 1	40.05	19.85	7	794.99	267.21	0.336
2	A-C 2	40.01	19.99		799.80	259.10	0.324
3	A-C 3	39.98	19.90		795.60	270.20	0.340
4	A-C 4	39.81	20.10		800.18	272.70	0.341
promedio							0.335

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm2)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	A-C 1	40.01	19.95	14	798.20	714.25	0.895
2	A-C 2	40.07	19.89		796.99	722.12	0.906
3	A-C 3	39.91	19.94		795.81	712.32	0.895
4	A-C 4	39.89	20.12		802.59	715.76	0.892
promedio							0.897

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm2)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	A-C 1	40.03	19.92	28	797.3976	1090.12	1.367
2	A-C 2	39.97	19.87		794.2039	1097.03	1.381
3	A-C 3	39.92	19.88		793.6096	1126.32	1.419
4	A-C 4	39.88	20.05		799.594	1109.32	1.387
promedio							1.389



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 3% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.05	19.85	7	794.99	263.21	0.331
2	A-C 2	40.01	19.99		799.80	272.10	0.340
3	A-C 3	39.98	19.90		795.60	267.20	0.361
4	A-C 4	39.81	20.10		800.18	278.70	0.348
promedio							0.345

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.01	19.95	14	798.20	681.65	0.854
2	A-C 2	40.07	19.89		796.99	705.02	0.885
3	A-C 3	39.91	19.94		795.81	712.98	0.896
4	A-C 4	39.89	20.12		802.59	699.20	0.871
promedio							0.876

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.03	19.92	28	797.3976	894.30	1.122
2	A-C 2	39.97	19.87		794.2039	879.01	1.107
3	A-C 3	39.92	19.88		793.6096	901.45	1.136
4	A-C 4	39.88	20.05		799.594	890.74	1.114
promedio							1.120



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIF. 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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 6% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f _m (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.05	19.85	7	794.99	309.02	0.389
2	A-C 2	40.01	19.99		799.80	303.11	0.379
3	A-C 3	39.98	19.90		795.60	306.23	0.385
4	A-C 4	39.81	20.10		800.18	297.72	0.372
	promedio						0.381

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f _m (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.01	19.95	14	798.20	720.25	0.902
2	A-C 2	40.07	19.89		796.99	715.45	0.898
3	A-C 3	39.91	19.94		795.81	736.98	0.926
4	A-C 4	39.89	20.12		802.59	703.01	0.876
	promedio						0.901

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f _m (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.03	19.92	28	797.3976	1071.32	1.344
2	A-C 2	39.97	19.87		794.2039	1084.41	1.365
3	A-C 3	39.92	19.88		793.6096	1016.10	1.280
4	A-C 4	39.88	20.05		799.594	1025.32	1.282
	promedio						1.318



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 339.613

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE TARACO 2025

SOLICITANTE : Bach. CARLOS CUTIPA PALOMINO

MUESTRA : MUESTRA CONVENCIONAL + 9% FIBRA DE TOTORA

LUGAR : TARACO

FECHA : 24 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.05	19.85	7	794.99	310.02	0.390
2	A-C 2	40.01	19.99		799.80	308.11	0.385
3	A-C 3	39.98	19.90		795.60	309.23	0.389
4	A-C 4	39.81	20.10		800.18	300.72	0.376
	promedio						0.385

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.01	19.95	14	798.20	725.25	0.909
2	A-C 2	40.07	19.89		796.99	722.45	0.906
3	A-C 3	39.91	19.94		795.81	730.98	0.919
4	A-C 4	39.89	20.12		802.59	735.01	0.916
	promedio						0.912

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
1	A-C 1	40.03	19.92	28	797.3976	1102.32	1.382
2	A-C 2	39.97	19.87		794.2039	1134.41	1.428
3	A-C 3	39.92	19.88		793.6096	1116.10	1.406
4	A-C 4	39.88	20.05		799.594	1125.32	1.407
	promedio						1.406



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA 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: 29-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: CARLOS CUTIPA PALOMINO
Dirección: ASENT. H. SIMON BOLIVAR Mz. A Lt.10
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71348610
Teléfono: 973 673 198 email: Carlos8610cutipa@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: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y FIBRA DE
TOTORA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
DEL DISTRITO DE TARACO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CENIZA, ESTIÉRCOL, FIBRA DE TOTORA, PROPIEDADES DEL ADOBE

¿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, entre 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

29-12-2025

Fecha