



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



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. EDSON SUPO QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ
2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDSON SUPO QUISPE

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. WILFREDO DAVID SUPTO PACORI

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1319-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 20 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 9804 presentado por el (la) Bachiller: **EDSON SUPO QUISPE** 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. **EDSON SUPO QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

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

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **EDSON SUPO QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : martes 28 de octubre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 37730



Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 718-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 18 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 7630 por el señor (a): **EDSON SUPO QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 580- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 023 - 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): **EDSON SUPO QUISPE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Cesar Guillermo Camargo Najar** 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° 023 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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): **EDSON SUPO QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASMg. WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP. 70808VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. Edson Suipo Quispe
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 400-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 5214, presentado por el señor (a) **EDSON SUPO QUISPE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 219 -2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 020 -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): **EDSON SUPO QUISPE** ha presentado su propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Cesar Guillermo Camargo Najara** 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° 020 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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): **EDSON SUPO QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

M.º **WALTER J. LEZARRAGA ARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CC:
Archivo 2025
Interesado (a)



EDSON SUPO QUISPE

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECIC...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:543685233

Fecha de entrega

30 dic 2025, 21:55 GMT-5

Fecha de descarga

31 dic 2025, 6:47 GMT-5

Nombre del archivo

T036_70252501_T.docx

Tamaño del archivo

13.6 MB

181 páginas

26.789 palabras

140.759 caracteres



15% 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
- 0%  Publicaciones
- 14%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

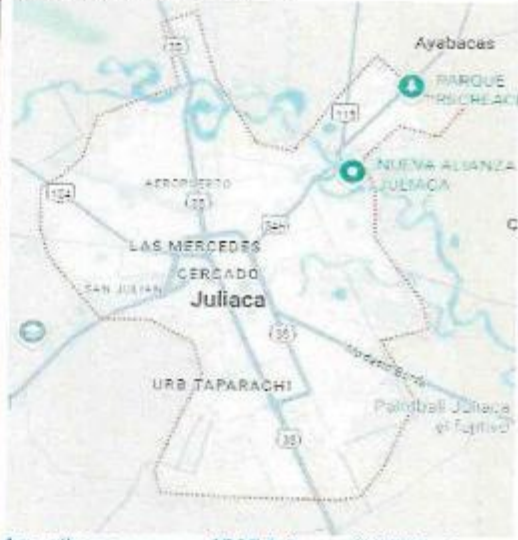
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	EDSON SUPO QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70252501
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-9407-8776
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"  https://maps.app.goo.gl/LNkL4twexw2UUURw5
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE	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
- Librería	



Dr. Iván W. Mancini Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDSON SUPO QUISPE, identificado con DNI

Nro. 70252501, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE
POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 15 de Diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este logro es compartido con quienes me acompañaron desde el inicio, con paciencia, fe y cariño. A todas aquellas personas que, de alguna forma, fueron parte de este proceso de formación y crecimiento personal.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me acompañaron durante este proceso académico. A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por proporcionarme las herramientas necesarias para convertirme en un profesional íntegro y comprometido.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA 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	17
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	18
1.4.1	Justificación técnica.....	18
1.4.2	Justificación económica.....	18
1.4.3	Justificación social	18
1.4.4	Justificación ambiental.....	18
1.5	Hipótesis de la investigación.....	19
1.5.1	Hipótesis general.....	19
1.5.2	Hipótesis específicas	19
1.6	Variables e indicadores	19
1.6.1	Variable independiente.....	19
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	Antecedentes nacionales	23
2.1.3	Antecedentes locales	25
2.2	Bases teóricas	25
2.2.1	El adobe.....	25
2.2.2	Propiedades del adobe.....	35
2.2.3	Propiedades físicas	36
2.2.4	Propiedades mecánicas.....	37
2.2.5	Polvo de concreto reciclado	39
2.2.6	Cenizas de hornos ladrilleros	45
2.2.7	Norma E.080.....	52
2.3	Marco conceptual	54

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación	56
3.2	Tipo de la investigación	56
3.3	Nivel de la investigación	57
3.4	Diseño de la investigación	57
3.5	Métodos de la investigación.....	58
3.6	Población y muestra	58
3.6.1	Población	58
3.6.2	Muestra	58
3.7	Técnicas e instrumentos	59
3.7.1	Técnicas	59
3.7.2	Instrumentos	60
3.8	Procedimiento de investigación	60
3.8.1	Recolección de material	60
3.8.2	Ensayos de laboratorio.....	68
3.9	Procesamiento y análisis de datos.....	74



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados obtenidos	75
4.1.1	Propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional	78
4.1.2	Variación de las propiedades físicas del adobe con la aplicación de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros	82
4.1.3	Variación de las propiedades mecánicas del adobe con la aplicación de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros	100
4.2	Discusión de resultados.....	118
CONCLUSIONES		120
RECOMENDACIONES.....		122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		123
ANEXOS		128



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2	Detalle de muestras.....	59
Tabla 3	Cantidad de materiales - adobe + % PCR.....	66
Tabla 4	Cantidad de materiales adobe + % CHL.....	66
Tabla 5	Gradación - M1.....	76
Tabla 6	Límites de consistencia.....	77
Tabla 7	Porcentaje de humedad.....	77
Tabla 8	Porcentaje de absorción del AT.....	78
Tabla 9	Succión del adobe.....	78
Tabla 10	Variación dimensional - alto.....	79
Tabla 11	Variación dimensional - ancho.....	79
Tabla 12	Variación dimensional - largo.....	80
Tabla 13	Alabeo del adobe.....	80
Tabla 14	Compresión - adobe tradicional - 12 días.....	81
Tabla 15	Compresión - adobe tradicional - 20 días.....	81
Tabla 16	Compresión - adobe tradicional - 28 días.....	82
Tabla 17	Porcentaje de absorción - AT + 5% PCR.....	82
Tabla 18	Porcentaje de absorción del AT + 10% PCR.....	83
Tabla 19	Absorción del AT + 15% PCR.....	83
Tabla 20	Nivel de succión del AT + 5% PCR.....	84
Tabla 21	Nivel de succión del AT + 10% PCR.....	84
Tabla 22	Succión del AT + 15% PCR.....	85
Tabla 23	Variación dimensional del AT + 5% PCR.....	85
Tabla 24	Variación dimensional del AT + 5% PCR.....	86
Tabla 25	Variación dimensional del AT + 5% PCR.....	86
Tabla 26	Variación dimensional del AT + 10% PCR.....	87
Tabla 27	Variación dimensional del AT + 10% PCR.....	87
Tabla 28	Variación dimensional del AT + 10% PCR.....	88
Tabla 29	Variación dimensional del AT + 15% PCR.....	88
Tabla 30	Variación dimensional del AT + 15% PCR.....	89
Tabla 31	Variación dimensional del AT + 15% PCR.....	89
Tabla 32	Ensayo alabeo del AT + 5% PCR.....	90
Tabla 33	Ensayo alabeo del AT + 10% PCR.....	90
Tabla 34	Ensayo alabeo del AT + 15% PCR.....	91
Tabla 35	Porcentaje de absorción del AT + 3.5% CHL.....	91
Tabla 36	Porcentaje de absorción del AT + 6.5% CHL.....	92
Tabla 37	Porcentaje de absorción del AT + 9.5% CHL.....	92
Tabla 38	Succión del AT + 3.5% CHL.....	93
Tabla 39	Niveles de succión del AT + 6.5% CHL.....	93
Tabla 40	Niveles de succión del AT + 9.5% CHL.....	94
Tabla 41	Variación dimensional del AT + 3.50% CHL.....	94
Tabla 42	Variación dimensional del AT + 3.50% CHL.....	95
Tabla 43	Variación dimensional del AT + 3.50% CHL.....	95
Tabla 44	Variación dimensional del AT + 6.5% CHL.....	96



Tabla 45	Variación dimensional del AT + 6.5% CHL.....	96
Tabla 46	Variación dimensional del AT + 6.5% CHL.....	97
Tabla 47	Variación dimensional del AT + 9.5% CHL.....	97
Tabla 48	Variación dimensional del AT + 9.5% CHL.....	98
Tabla 49	Variación dimensional del AT + 9.5% CHL.....	98
Tabla 50	Alabeo del AT + 3.5% CHL	99
Tabla 51	Alabeo del AT + 6.5% CHL	99
Tabla 52	Alabeo del AT + 9.5% CHL	100
Tabla 53	Comprensión adobe + 5% PCR - 12 días.....	100
Tabla 54	Comprensión adobe + 5% PCR - 20 días.....	101
Tabla 55	Comprensión adobe + 5% PCR - 28 días.....	101
Tabla 56	Comprensión adobe + 10% PCR - 12 días.....	102
Tabla 57	Comprensión adobe + 10% PCR - 20 días.....	102
Tabla 58	Comprensión adobe + 10% PCR - 28 días.....	103
Tabla 59	Comprensión del AT + 15% PCR - 12 días	103
Tabla 60	Comprensión del AT + 15% PCR - 20 días	104
Tabla 61	Comprensión del AT + 15% PCR - 28 días	104
Tabla 62	Comprensión adobe + 3.5% CHL - 12 días.....	105
Tabla 63	Comprensión adobe + 3.5% CHL - 20 días.....	105
Tabla 64	Comprensión adobe + 3.5% CHL - 28 días.....	106
Tabla 65	Comprensión adobe + 6.5% CHL - 12 días.....	106
Tabla 66	Comprensión adobe + 6.5% CHL - 20 días.....	107
Tabla 67	Comprensión adobe + 6.5% CHL - 28 días.....	107
Tabla 68	Comprensión adobe + 9.5% CHL - 12 días.....	108
Tabla 69	Comprensión adobe + 9.5% CHL - 20 días.....	108
Tabla 70	Comprensión adobe + 9.5% CHL - 28 días.....	109
Tabla 71	Comparativo de porcentajes de absorción del adobe.....	109
Tabla 72	Comparativo de la succión	112
Tabla 73	Comparativo de la variación dimensional del adobe.....	114
Tabla 74	Comparativo de la resistencia a la compresión del adobe.....	116



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El adobe	26
Figura 2 Concreto reciclado.....	40
Figura 3 Cenizas de hornos ladrilleros	46
Figura 4 Polvo de concreto reciclado	62
Figura 5 Cenizas de hornos ladrilleros	64
Figura 6 Curva de gradación - M1	76
Figura 7 Comportamiento de la absorción del adobe con PCR.....	110
Figura 8 Comportamiento de la absorción del adobe con CHL	110
Figura 9 Comparativo de la absorción del adobe con PCR y CHL	111
Figura 10 Comportamiento de niveles de succión del adobe con PCR	112
Figura 11 Comportamiento de niveles de succión del adobe con CHL.....	113
Figura 12 Comparativo de niveles de succión del adobe con PCR y CHL	113
Figura 13 Comportamiento de la variación dimensional del adobe con PCR	115
Figura 14 Comportamiento de la variación dimensional del adobe con CHL	115
Figura 15 Caracterización promedio de resistencia a la compresión - adobe con PCR.	116
Figura 16 Caracterización promedio de resistencia a la compresión - adobe con CHL .	117
Figura 17 Caracterización promedio de resistencia a la compresión - adobe con PCR y CHL.....	118



RESUMEN

El estudio titulado "Evaluación de las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román 2025". El propósito del estudio fue evaluar las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros. En este estudio se utilizaron el método científico, así como metodologías cuantitativas, aplicadas, explicativas y de diseño experimental. Los resultados con respecto al primer objetivo, sobre las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios de la provincia de San Román muestran resultados de la humedad natural del 10.57%, una absorción del 17.49% y una succión de 15.07 Gr/min, con una variación dimensional de 3.19(altura), 1.18(ancho) y 0.51(largo), con un alabeo de 4.44 mm. Finalmente la resistencia a la compresión a los 28 días de secado alcanzó un valor de 20.55 kg/cm². Seguido por los resultados del segundo objetivo sobre las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo de concreto reciclado en porciones de 5%, 10% y 15% sobre la absorción del adobe mostró un promedio de absorción de 17.02%, la succión del adobe dio un promedio de 14.51 gr/min, la variación promedio del adobe en altura 3.12%, ancho 1.18, y longitud 0.06%, y finalmente el alabeo promedio del adobe 4.00 mm. En contraste, con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en porciones de 3.5%, 6.5% y 9.5% sobre la absorción del adobe mostró un promedio de absorción de 16.66%, la succión del adobe dio un promedio de 14.29 gr/min, la variación promedio del adobe en altura 2.73%, ancho 1.42, y longitud 0.28%, y finalmente el alabeo promedio del adobe 3.93 mm. Los resultados con respecto al tercer objetivo sobre las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo de concreto reciclado en porciones de 5%, 10% y 15% sobre la resistencia a compresión del adobe, luego de los 28 días de secado alcanzo valores de 22.25, 25.67 y 26.13 kg/cm². Mientras que con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en porciones de 3.5%, 6.5% y 9.5% sobre la resistencia a compresión del adobe, luego de



los 28 días de secado alcanzo valores de 23.34, 26.74 y 28.33 kg/cm². Y finalmente se concluye que la investigación realizada sobre las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional, tanto con materiales propios como con la incorporación de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros, demuestra que ambos materiales tienen un impacto positivo sobre las propiedades del adobe.

Palabras Clave: Adobe tradicional, polvo de concreto reciclado, cenizas de hornos ladrilleros.



ABSTRACT

The study entitled "Evaluation of the properties of traditional adobe with use of recycled concrete dust and ashes of brick furnaces in the province of San Román 2025". The purpose of the study was to evaluate the properties of the traditional adobe with use of recycled concrete dust and ashes of brick furnaces. The methodology used was of quantitative approach, applied type, explanatory level, experimental design and scientific method. The results with respect to the first objective, on the properties of the traditional adobe produced with materials of the province of San Román show results of the natural humidity of 10.57%, an absorption of 17.49% and a suction of 15.07 gr/min, with a dimensional variation of 3.19 (height), 1.18 (width) and 0.51 (length), with an alabus of 4.44 mm. Finally, compression resistance at 28 days of drying reached a value of 20.55 kg/cm². Followed by the results of the second objective on the physical properties of traditional adobe with the application of recycled concrete powder in portions of 5%, 10% and 15% on adobe absorption showed an average absorption of 17.02%, the suction of the adobe gave an average of 14.51 gr/min, the average adobe variation in height 3.12%, width 1.18, and length 0.06%, and final Average Adobe 4.00 mm. In contrast, with the addition of ashes of barking furnaces in portions of 3.5%, 6.5% and 9.5% on adobe absorption showed an average absorption of 16.66%, the suction of the adobe gave an average of 14.29 gr/min, the average adobe variation in height 2.73%, width 1.42, and length 0.28%, and final adobe 3.93 mm. The results with respect to the third objective on the mechanical properties of the traditional adobe with the application of recycled concrete powder in portions of 5%, 10% and 15% on the compression resistance of the adobe, after the 28 days of drying reached values of 22.25, 25.67 and 26.13 kg/cm². While with the addition of ashes of barking furnaces in portions of 3.5%, 6.5% and 9.5% on the compression resistance of the adobe, after the 28 days of drying I reached values of 23.34, 26.74 and 28.33 kg/cm². And finally it is concluded that the research carried out on the physical and mechanical properties of



the traditional adobe, both with own materials and with the incorporation of recycled concrete dust and ashes of brick furnaces, demonstrates that both materials have a positive impact on the properties of adobe.

Keywords: traditional adobe, recycled concrete dust, barking furnaces.



INTRODUCCIÓN

Debido a su accesibilidad económica, en muchas partes del mundo, disponibilidad local de materia prima y su capacidad térmica favorable. Sin embargo, su resistencia mecánica y durabilidad pueden verse comprometidas por factores como la erosión, la humedad y el tiempo de vida útil de las edificaciones. Por ello, la incorporación de materiales reciclados y residuos industriales en su composición ha sido una alternativa prometedora para mejorar sus propiedades.

En este contexto, Como medio para mejorar las cualidades del adobe convencional, el polvo de concreto reciclado y las cenizas de hornos de ladrillos están ganando cada vez más atractivo como materiales potenciales. Polvo procedente de fuentes de concreto reciclado, obtenido de la trituración de estructuras de concreto en desuso, contiene propiedades cementantes que podrían mejorar la cohesión y resistencia del adobe. Por otro lado, las cenizas de hornos ladrilleros, subproducto de la combustión de materiales utilizados en la producción de ladrillos, pueden contribuir a mejorar la estabilidad y comportamiento térmico del adobe.

Esto no solo ayudaría a minimizar el impacto medioambiental causado por los residuos de los hornos y el hormigón, sino que también contribuiría a reducir la influencia que estos materiales tienen sobre el medio ambiente, sino que también podría mejorar las características del adobe, brindando una alternativa viable para comunidades que recurren a este material para la edificación de viviendas.

En el capítulo I, Con el fin de justificar la necesidad de evaluar las características del adobe utilizando polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos de ladrillos, se ha definido el problema de investigación. No solo se describen los objetivos generales y específicos, sino que también se presenta la hipótesis de la investigación.



En el capítulo II, Con el fin de mejorar Adobe mediante el uso de materiales alternativos, aquí se describe la base de investigaciones anteriores. Se revisa el marco teórico, abordando las propiedades del adobe, su composición y comportamiento estructural, así como las características del polvo de concreto reciclado y las cenizas de hornos ladrillero.

En el capítulo III, La investigación se explica en términos de su diseño metodológico, que incluye el tipo de estudio, la selección y caracterización de los recursos que se utilizaron y las técnicas para la producción de programas de Adobe. Se describen detalladamente los experimentos de laboratorio que se llevarán a cabo para medir la resiliencia.

En el capítulo IV, Esta presentación contiene los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con muestras de Adobe que contenían diferentes porcentajes de materiales reciclados. Los resultados se comparan con los del adobe convencional y se analiza la influencia que estos resultados tienen en la resistencia, la durabilidad y el comportamiento físico del material.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel internacional, el adobe es un material que se utiliza en diversas partes del mundo, especialmente en países con climas áridos y semiáridos como México, Perú, Bolivia, India e Irán. Por otro lado, el adobe tradicional es que tiene una baja cualidad y una alta vulnerabilidad a la erosión provocada por las precipitaciones y la humedad. Budini y Clauren (2019).

En países como México y Bolivia, se han realizado estudios de materiales alternativos como fibras naturales, residuos industriales y estabilizantes químicos. Investigaciones en España y Estados Unidos han evaluado la incorporación de cenizas volantes y escombros procedentes de la construcción y demolición con el fin de mejorar el rendimiento estructural del edificio. No obstante, la utilización de polvo de hormigón reciclado y cenizas de hornos de hierro ladrilleros aún es un campo poco explorado en la mejora del adobe, lo que hace necesario ampliar el conocimiento sobre sus efectos en este material tradicional.

A nivel nacional en Perú, En lugares como la costa y las montañas, el adobe es un material esencial que se utiliza en la construcción de viviendas tanto rurales como urbanas, donde sus propiedades térmicas y su bajo costo lo hacen una opción viable para la

autoconstrucción. Sin embargo, los sismos recurrentes en el país han evidenciado su vulnerabilidad, lo que ha impulsado la búsqueda de técnicas para reforzar su resistencia. Gonzáles y Díaz (2023).

Algunas investigaciones en universidades peruanas han evaluado la inclusión de fibras vegetales, estabilizadores químicos y residuos industriales en la fabricación de adobe. Sin embargo, el uso de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros no ha sido ampliamente estudiado. En ciudades como Cusco y Ayacucho, donde aún se construye con adobe, se han desarrollado proyectos para mejorar su resistencia sísmica con materiales alternativos, pero persiste la necesidad de encontrar opciones sostenibles y de bajo costo para mejorar sin alterar su accesibilidad y facilidad de producción.

Sin embargo, enfrenta problemas significativos relacionados con su resistencia y durabilidad, especialmente ante la exposición a lluvias intensas y cambios de temperatura. Además, la acumulación de residuos, como el polvo de concreto, y la generación de cenizas por los hornos ladrilleros representan un desafío ambiental que aún no se ha abordado de manera efectiva.

A pesar de la importancia del adobe en la zona, no existen estudios específicos que Realizar investigaciones sobre el impacto que el polvo de hormigón reciclado y las cenizas de hornos de ladrillos tienen en las características de los materiales. Tiene en la resistencia del material en general, durabilidad y absorción del adobe tradicional, así determinar su viabilidad como alternativa para la construcción. Además, se busca contribuir al aprovechamiento de residuos locales, promoviendo prácticas de construcción sostenibles y reduciendo los desechos industriales en la región.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román 2025?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de San Román?
- b. ¿Cuál es la variación de las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román?
- c. ¿Cuál es la variación de las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la incorporación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de San Román.
- b. Determinar la variación de las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román.
- c. Determinar la variación de las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la incorporación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román.



1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

A nivel técnico, se prevé que estos materiales contribuyan a mejorar la resistencia, minimizando así su susceptibilidad a sufrir daños a la erosión y mejorando su desempeño estructural. Además, la investigación permitirá evaluar nuevas formulaciones y metodologías para la fabricación de adobe con materiales alternativos, proporcionando una base científica para su implementación en la construcción.

1.4.2 Justificación económica

La mejora del adobe tradicional. Estos materiales son subproductos de la construcción y la fabricación de ladrillos, por lo que su reutilización podría reducir los costos de producción de adobe. Asimismo, este enfoque fomenta la economía circular al aprovechar residuos que, de otro modo, requerirían costos adicionales para su disposición. La implementación de esta alternativa puede beneficiar económicamente a comunidades rurales y a pequeños productores de adobe, brindándoles una eficiente construcción de viviendas.

1.4.3 Justificación social

El adobe es un material que se utiliza en la construcción de viviendas en barrios de bajos ingresos y zonas rurales de todo el mundo. Sin embargo, su baja resistencia y deterioro acelerado afectan la seguridad y busca ofrecer una alternativa de adobe mejorado, que proporcione mayor resistencia y durabilidad, contribuyendo así a la seguridad de las construcciones y al bienestar de la población.

1.4.4 Justificación ambiental

La propuesta de reutilizar polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la fabricación de adobe tiene un impacto positivo en la reducción de residuos

de la construcción y la producción de ladrillos. La gestión adecuada de estos materiales disminuye la contaminación ambiental y la acumulación de desechos en vertederos, contribuyendo a la sostenibilidad del sector de la construcción.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

Las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román 2025, mejorarán de forma significativa.

1.5.2 Hipótesis específicas

- a. Las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de San Román, cumplen mínimamente con las especificaciones recomendadas.
- b. Las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román, las CHL tendrá mejores resultados.
- c. Las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la incorporación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román, incrementarán de manera significativa.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Polvo de concreto reciclado y Ceniza de hornos ladrilleros

Indicador:

- Aplicación de proporciones de PCR en 5%, 10% y 15%.
- Aplicación de proporciones de CHL en 3.5%, 6.5% y 9.5%.



1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del adobe tradicional

Indicador:

- Propiedades físicas.
- Propiedades mecánicas.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

V. I.	Definición	Dimensión	Indicador	Valor final	Inst. Medición	Tipo
1. Polvo de concreto reciclado	El polvo de concreto reciclado proviene de la trituración de concreto endurecido, mientras que la ceniza de hornos ladrilleros es un subproducto generado por la combustión de biomasa o carbón en la cocción de ladrillos.	Porcentaje de aplicación de PCR	Proporción de aplicación de PCR (5%, 10% y 15%)	5% - 15%	Ficha de control de calidad del laboratorio	Nominal
2. Ceniza de hornos ladrilleros		Porcentaje de aplicación de CHL	Proporción de aplicación de CHL (3.5%, 6.5% y 9.5%)	3.5% - 9.5%		
V. D.						
Propiedad del adobe tradicional	El adobe tradicional se fabrica con suelo arcilloso, agua y fibras vegetales, moldeado en bloques y secado al sol. Sus propiedades físicas y mecánicas definen su resistencia, durabilidad y desempeño estructural, especialmente frente a la humedad.	Absorción.	Porcentaje de absorción de agua.	< 22%	NTP 399.613	Continua
		Succión.	Velocidad de succión (gr/min).	< 20gr/min	NTP 399.613 E.080	Continua
		Variación D.	% de variación dimensional.	± 3%	NTP 399.604	Continua
		Alabeo.	Deformación por alabeo.	< 4 mm	NTP 399.613	Continua
		Resistencia a la compresión	Esfuerzo máximo de compresión del adobe	> 10.2 kg/cm ²	NTP 399.613 E.080	Continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según, Ospina et al. (2020) en su tesis "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con asfalto reciclado", Introducción - Este estudio presenta una investigación física y mecánica del mejoramiento del material ladrillo de barro, denominado «Adobe», utilizando asfalto reciclado. El objetivo de este estudio es determinar las características del adobe utilizando asfalto recuperado. Se llevó a cabo un estudio cuantitativo con el fin de caracterizar los ensayos físicos mediante análisis granulométrico. Esto se hizo con el fin de alcanzar este objetivo. La resistencia mecánica de los bloques de ladrillo de barro fabricados con un contenido de asfalto reciclado del 0 %, 2 %, 4 % y 8 % se evalúa utilizando los mismos métodos, los resultados de las pruebas indicaron que eran satisfactorios, Las muestras que no contenían asfalto resultaron ser inferiores a las que contenían asfalto reciclado, Los ladrillos de arcilla se fabricaron mezclando este material con ellos. En términos de resistencia a la compresión y a la flexión, se ha demostrado que los ladrillos de arcilla que han sido estabilizados con hasta un dos por ciento de asfalto reciclado ofrecen un mejor rendimiento.

Además, Aguilar (2019) en su investigación "Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera Bella Vista de Tunja - Boyacá", El objetivo de esta investigación era determinar si las cenizas de carbón (CA) podían utilizarse como sustituto parcial de la arcilla (CI) en la producción de ladrillos cerámicos. Estos ladrillos estaban destinados a aumentar el valor de un material. La Ladrillera Bella Vista, situada en Tunja-Boyacá, se considera un residuo procedente de las operaciones industriales que allí se llevaban a cabo. Se utilizó la tecnología de difracción de rayos X (XRD) para llevar a cabo la investigación mineralógica de las materias primas. De acuerdo con las dimensiones modulares establecidas por la NTC 296, se fabricaron elementos con porcentajes de sustitución (CDC - Ar) del 5 %, 10 % y 15 % en peso. Estos porcentajes se utilizaron en el proceso de fabricación

Finalmente, Guerrero (2019) en su tesis "Alternativas de estabilización del adobe para disminuir su contracción volumétrica y agrietamiento" Con el fin de mejorar el rendimiento del adobe en términos de resistencia al encogimiento y la separación causados por la acción del agua, así como la reducción, reparación y prevención del desarrollo de grietas, este artículo investiga varios métodos para estabilizar el adhesivo. El objetivo principal es realizar una evaluación bibliográfica de investigaciones previas con el fin de elaborar un compendio de enfoques que hayan demostrado su eficacia para renovar o construir nuevas viviendas de adobe. Este artículo examina las diferencias entre los estabilizadores de alto coste y los estabilizadores de bajo coste comparando su rendimiento en función de su disponibilidad local. El objetivo de la evaluación de las soluciones que se mencionan en el artículo es proporcionar asistencia en el proceso de reparación de viviendas nuevas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Además, Sandoval (2021) en su tesis "Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con ceniza de carbón y cal". En este estudio en particular, el examen se

centró en la región de Túcume. Al principio, se realizaron pruebas in situ con el fin de seleccionar el material. Por el contrario, las cenizas de carbón se recogieron de la industria artesanal del ladrillo, mientras que la cal se obtuvo de la región norteña de Lambayeque. Ambos materiales se obtuvieron juntos. En este estudio se analizan las propiedades físicas y mecánicas de dos variedades diferentes de adobe: La versión local típica del adobe, El objetivo de este estudio era realizar una investigación comparativa de las propiedades del adobe que había sido modificado con cenizas de carbón y cal en concentraciones del 3 %, 5 %, 8 %, 10 % y 12 %. Al mismo tiempo que se creaban los muros de prueba, se llevaba a cabo una simulación de inundación con el fin de evaluar su resistencia a la exposición al agua. Según los resultados, se descubrió que aumentar la cantidad de cal y cenizas de carbón en un 10 % mejoraba la resistencia a la erosión.

Asimismo, Candenas y Lizana (2024) en su tesis "Análisis de las propiedades físico-mecánicas del adobe adicionado con ladrillo reciclado", La construcción y deconstrucción de estructuras de mampostería en Perú produce un volumen significativo de escombros, convirtiéndose en un tema preocupante (Flores J. 2022). Con este fin, se fabricaron ladrillos de adobe convencionales y ladrillos de adobe con 5%, 10%, 15% y 20% de ladrillos reciclados. Se produjeron noventa adobes, incluidas 18 adobas típicas y 72 adobas mejoradas con ladrillo recuperado. Se realizaron los siguientes experimentos para determinar los parámetros físicos mecánicos del adobe. Los resultados de la prueba indican que el ladrillo reciclado puede usarse como un aditivo para Adobe, con una incorporación del 15% de este material que mejora la resistencia a la compresión en un 8,47% en relación con el adobe convencional. El adobe con una adición de ladrillo reciclado al 5% exhibió una reducción del 13.29% en la succión del agua en relación con el adobe convencional. En comparación, la porosidad del adobe común se redujo en un 56,67 % en comparación con el adobe que contenía un 10 % de aditivos en la prueba de erosión acelerada de Swinburne.

2.1.3 Antecedentes locales

Según, Luque (2022) en su tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas del Adobe con incorporación de agregados reciclados en la Ciudad de Juliaca, Puno", El objetivo principal de este estudio es determinar los parámetros que incluye material reciclado en Juliaca, 2022. Este estudio utilizará un enfoque puramente experimental e incluirá una población compuesta por todos los ladrillos de adobe producidos artesanalmente con agregado reciclado, con un tamaño de muestra de 96 ladrillos de adobe seleccionados. Los porcentajes evaluados incluyeron la sustitución del 100 %, el 90 % y el 80 % por agregado reciclado. Las muestras de adobe utilizadas cumplían con la composición deseada de 10-20 % de arcilla, 15-25 % de limo y 55-70 % de arena. Los suelos que contenían materia orgánica no se incluyeron en el conjunto de muestras. Al cubrir las características físicas de la combinación que se utilizó para crear los bloques de adobe, se logró con éxito el objetivo principal de analizar las propiedades de los bloques de adobe.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El adobe

Los ingredientes principales del adobe, un material de construcción, son tierra arcillosa, arena y agua y, en algunos casos, aditivos naturales como paja, estiércol o cenizas, los cuales mejoran su resistencia y durabilidad. Su uso es milenario y ha sido empleado por diversas culturas en todo el mundo, desde las civilizaciones mesoamericanas hasta comunidades en África, Asia y el Medio Oriente. (Luque C. , 2023).

La composición del adobe varía según la disponibilidad de materiales en la región donde se fabrica. La arcilla es el componente clave, ya que la arena aporta estabilidad y disminuye la cantidad de encogimiento que se produce después del secado, La probabilidad de agrietamiento y mejora la capacidad del material para soportar tensiones gracias al refuerzo interno que proporciona. Hay situaciones en las que se añaden

estabilizadores como cal, cemento o ceniza para mejorar la durabilidad y la resistencia al agua del material.

Debido a su alta inercia térmica, el adobe. Esto se debe a que la inercia térmica del adobe permite temperaturas interiores más estables en regiones con condiciones climáticas extremadamente duras, El calor se absorbe durante el día y luego se libera gradualmente durante la noche. La capacidad de controlar los niveles de humedad dentro del edificio es otro factor que contribuye a la creación de entornos confortables. Dicho esta, debido a que su resistencia es inferior a la de otros materiales de construcción contemporáneos y a que es sensible al agua, es susceptible a la erosión. Por ello, a menudo es necesario protegerlo con revestimientos o utilizando tejados con aleros amplios.

Aunque tiene algunos inconvenientes, Adobe sigue siendo una opción popular para la construcción de casas rurales y respetuosas con el medio ambiente. Esto se debe a que fomenta su utilización reduce el impacto que la construcción tiene sobre el medio ambiente. Con técnicas de estabilización y mejoras en su fabricación, este material sigue evolucionando para adaptarse a las necesidades actuales de la arquitectura sostenible y la conservación del patrimonio histórico. (Luque C. , 2023).

Figura 1

El adobe



2.2.1.1. Evolución del adobe

Orígenes y uso en civilizaciones antiguas.

Hay pruebas de que el adobe se ha utilizado desde la prehistoria, lo que lo convierte en uno de los materiales más antiguos que datan de hace más de 9,000 años en la región de Mesopotamia y el Antiguo Egipto. En estas civilizaciones, el adobe se utilizaba para construir viviendas, templos y murallas, debido a la abundancia de tierra y agua en su entorno. La simplicidad de su fabricación y su bajo costo permitieron que se convirtiera en un material fundamental en la arquitectura de muchas culturas. (Gerrero L. , 2021).

Las civilizaciones precolombinas en América, también emplearon el adobe en la construcción de ciudades y templos, como la ciudad de Chan Chan en Perú, la más grande del mundo hecha completamente de adobe. En Medio Oriente y África del Norte, este material fue clave en la construcción de edificaciones en climas áridos, ya que su alta inercia térmica ayudaba a mantener temperaturas interiores agradables.

Transformaciones en la época colonial y moderna.

Con la llegada de los colonizadores europeos a América, el adobe siguió siendo un material popular, pero su uso comenzó a combinarse con nuevas técnicas constructivas.

En muchas regiones, los edificios de adobe fueron reforzados con estructuras de madera y se comenzaron a utilizar estabilizantes naturales como la cal y el estiércol para mejorar su resistencia.

La aparición del hormigón y los ladrillos cocidos, así como del auge de la industrialización. Sin embargo, en las zonas rurales y en comunidades con acceso limitado a materiales industriales, siguió siendo una opción predominante por su bajo costo y fácil fabricación. (Gimeno, 2021).

Innovaciones y uso contemporáneo.

En las últimas décadas, el adobe ha experimentado un resurgimiento debido al creciente interés. Investigaciones han permitido desarrollar adobes estabilizados con cemento, cal y otros aditivos que mejoran su capacidad de durabilidad frente al agua. Además, técnicas como la compactación con moldes y el uso de bloques comprimidos han optimizado su producción y calidad.

El desarrollo de viviendas autosuficientes y reduce el impacto que la construcción tiene sobre el medio ambiente, es cada vez más habitual. Se han elaborado una serie de normativas y estudios con el fin de mejorar su rendimiento estructural, especialmente en regiones propensas a los terremotos, incorporando refuerzos de mallas, fibras sintéticas y diseños innovadores que aumentan su seguridad y resistencia. (Gimeno, 2021).

El adobe ha pasado de ser un material tradicional a convertirse en opción sostenible, combinando conocimientos ancestrales con tecnología contemporánea para mejorar su desempeño y asegurar su permanencia en la arquitectura del futuro.

2.2.1.2. Características físicas y mecánicas del adobe

Ampliamente utilizado por sus propiedades térmicas y su bajo impacto ambiental. Sin embargo, la presencia de estabilizantes y el proceso de fabricación. (Machaca, 2022).

Características físicas:**a. Porosidad y permeabilidad.**

El adobe es capaz de absorber la humedad gracias a esta propiedad que posee en condiciones de alta humedad relativa y liberarla en ambientes secos, lo que ayuda a mantener un clima interior confortable. Sin embargo, esta misma característica lo hace vulnerable a la acción prolongada del agua y puede erosionarse si no se protege adecuadamente con techos y revestimientos impermeables.

b. Regulación de la humedad.

Sin afectar significativamente su estructura, lo que ayuda a evitar la condensación en los muros en zonas secas y cálidas, donde ayuda a mantener temperaturas más equilibradas dentro de los edificios. Esta característica es especialmente valiosa en determinados entornos.

c. Durabilidad.

Ya que, al estar compuesto de tierra, puede erosionarse o disgregarse cuando se expone directamente a la lluvia o a la humedad prolongada. Para mejorar su durabilidad, se emplean y aplican recubrimientos impermeables. Con el uso de estas técnicas, es posible incrementar su vida útil y evitar el deterioro por acción del agua. (Machaca, 2022).

d. Coeficiente de dilatación térmica.

El adobe no sufre grandes deformaciones ante cambios bruscos de temperatura. Esto lo hace ideal para construcciones en zonas con alta amplitud térmica, evitando fisuras y grietas en las estructuras.

Características mecánicas:**a. Resistencia a compresión**

Puede oscilar entre 1,5 y 3,5 MPa, cemento o cenizas. Si se refuerza con estabilización química o con refuerzos estructurales (mallas, estructuras de madera o confinamiento), se pueden mejorar sus propiedades mecánicas.

b. Resistencia a flexión

El adobe es frágil ante esfuerzos de flexión, con valores de resistencia entre 0.2 y 0.6 MPa. Esto significa que las estructuras de adobe pueden fracturarse con facilidad si no se diseñan con elementos que refuercen su estabilidad, como vigas de madera, mallas estructurales o morteros estabilizados.

c. Resistencia a tracción.

El adobe se encuentra en un rango de 0.1 a 0.3 MPa, lo que indica que es susceptible a desplazamientos laterales si no está confinado adecuadamente. Su resistencia a la tracción también es baja, ya que el adobe no es un material diseñado para soportar esfuerzos de tensión sin fisurarse. Por esta razón, en regiones sísmicas se recomienda reforzar los muros con mallas metálicas o fibras sintéticas. **(Machaca, 2022).**

d. Comportamiento estructural.

El adobe tiene un módulo de entre 50 a 500 MPa, lo que significa que presenta cierta capacidad de deformación antes de fracturarse. Sin embargo, debido a su fragilidad, es propenso a fallas súbitas cuando se somete a esfuerzos superiores a su capacidad de carga. Esto lo hace inadecuado para estructuras con grandes luces o sin confinamiento adecuado.

2.2.1.3. Ventajas y desventajas

Se utiliza en distintas partes del mundo debido a sus propiedades ecológicas y térmicas. Sin embargo, como cualquier material, presenta tanto ventajas como desventajas que deben considerarse antes de su aplicación en proyectos constructivos. (Garcia et al., 2020).

Ventajas del adobe:

1. Sostenibilidad y bajo impacto ambiental.

- Es una sustancia totalmente natural y biodegradable, compuesta por tierra, agua y fibras orgánicas.
- En comparación con otros materiales, tiene una huella de carbono menor, ya que su fabricación no implica ningún proceso industrial ni un consumo significativo de energía.
- Puede fabricarse con materiales locales.

2. Excelente aislamiento térmico y confort climático.

- Tiene una inercia térmica significativa, lo que le permite modular la temperatura interior acumulada
- Ideal para climas fríos.
- Su porosidad permite regular la humedad interior, evitando la condensación y mejorando su calidad.

3. Bajo costo de producción y mantenimiento.

- Los materiales para la fabricación del adobe son accesibles y económicos.
- Puede ser elaborado de manera artesanal o en moldes estándar, sin necesidad de maquinaria especializada. **(Garcia et al., 2020).**
- Su mantenimiento es sencillo y puede repararse con los mismos materiales utilizados en su construcción.

4. Buen aislamiento acústico.

- Su estructura porosa y su alta densidad permiten absorber sonidos, reduciendo el ruido exterior e interior.
- Es una excelente opción para viviendas en zonas urbanas o para construcciones donde se requiere tranquilidad y confort acústico.

5. Material ecológico y saludable.

- Al no contener productos químicos ni sustancias tóxicas, el adobe no emite contaminantes ni gases perjudiciales para la salud.

- Su capacidad de transpiración ayuda a crear ambientes saludables, evitando la proliferación de hongos y moho en las paredes.

6. Fácil de trabajar y adaptable a diversos diseños.

- Su maleabilidad permite diseños arquitectónicos personalizados, con formas curvas, texturas naturales y muros gruesos.
- Puede combinarse con otros materiales, como estructuras de madera o recubrimientos naturales.

Desventajas del adobe en la construcción:

1. Baja resistencia mecánica.

- Su resistencia es inferior a la del hormigón o el ladrillo cocido, con valores comprendidos entre 1,5 y 3,5 MPa.
- No soporta grandes cargas estructurales, por lo que no es adecuado para edificios de varios pisos sin refuerzos adecuados. **(Garcia et al., 2020).**

2. Vulnerabilidad al agua y la humedad.

- Su alta porosidad lo hace sensible a la acción del agua, lo que puede provocar su erosión y deterioro.
- es necesario aplicar estabilizantes como cal o cemento o utilizar revestimientos impermeables en su superficie.

3. Fragilidad ante movimientos sísmicos.

- Es un material pesado y rígido, lo que lo hace susceptible a fisuras y colapsos en zonas sísmicas.
- Si no se refuerza con elementos estructurales (mallas, vigas, confinamiento), su comportamiento sísmico es deficiente.
- En algunos países, las normativas de construcción restringen su uso

4. Tiempo de secado y producción lenta.

- Los bloques de adobe deben secarse al sol durante varias semanas antes de ser utilizados en la construcción, lo que retrasa el proceso de edificación.

- En climas húmedos o lluviosos, el secado puede demorar aún más o requerir protección adicional para evitar la degradación del material.

5. Mantenimiento periódico requerido.

- requiere mantenimiento constante para evitar su degradación por humedad o erosión.
- Es común que las construcciones de adobe necesiten reparaciones periódicas, como revoques de barro o aplicación de estabilizantes. **(Garcia et al., 2020).**

6. Limitaciones en la altura de construcción.

- Debido a su peso y resistencia limitada, las edificaciones de adobe no pueden alcanzar grandes alturas sin el uso de refuerzos estructurales.
- Para construcciones de más de un nivel, es necesario incorporar vigas de refuerzo y materiales complementarios como madera o concreto.

El adobe ofrece considerables ventajas en cuanto a sostenibilidad, confort térmico y acústico, y asequibilidad. Sin embargo, su baja resistencia mecánica, vulnerabilidad al agua y comportamiento sísmico limitado requieren que su uso sea complementado con técnicas de estabilización y refuerzo estructural. Con los avances actuales en la construcción sostenible, el adobe sigue siendo una alternativa viable para edificaciones de una o dos plantas, siempre que se implementen medidas adecuadas para mejorar su durabilidad y seguridad estructural.

2.2.1.4. Composición del adobe

Elaborado a partir de una tierra y agua, con la posibilidad de incluir aditivoS. Su composición varía en cada región, pero en general se basa en ciertos elementos clave que determinan sus propiedades mecánicas y térmicas. (Brito & Santamaría, 2021).

✓ Tierra (Arcilla y Arena)

Su proporción entre arcilla y arena influye directamente en su estabilidad y resistencia.

La arcilla, que suele representar entre el 15% y el 30% de la mezcla, actúa como

aglutinante, proporcionando cohesión y plasticidad. Sin embargo, un exceso de arcilla puede generar grietas en el proceso de secado debido a su alta contracción. Por otro lado, la arena, cuya cantidad varía entre el 30% y el 50%, ayuda a reducir la contracción y mejorar la resistencia mecánica. Su función es aportar estabilidad al adobe, evitando deformaciones y fisuras en las piezas secas.

✓ **Agua**

Es un elemento primordial del adobe, ya que permite la hidratación de la arcilla y la unión de los distintos componentes. Dependiendo del tipo de suelo que se utilice, la cantidad adecuada puede oscilar entre el 15 y el 25 por ciento. El proceso de secado puede provocar distorsiones si hay una cantidad excesiva de agua y prolongar el tiempo de endurecimiento.

✓ **Fibras naturales**

La reducción de grietas se ven favorecidas significativamente por el uso de fibras naturales, entre las que se incluyen la paja, el estiércol animal y el bagazo de la caña de azúcar. Su presencia en la mezcla, en una proporción del 3% al 10%, permite distribuir mejor las tensiones internas y evita la formación de grietas durante el secado. La paja de trigo, cebada o arroz es uno de los materiales más utilizados debido a su ligereza y flexibilidad. Asimismo, el estiércol de animales como el caballo o la vaca aporta cohesión adicional a la mezcla, mientras que otros materiales como el bagazo de caña o el aserrín contribuyen a la estabilidad dimensional del adobe. **(Brito & Santamaría, 2021).**

✓ **Estabilizantes minerales**

Los estabilizantes minerales se emplean para incrementar sus capacidades frente a la humedad y otros agentes ambientales. La cal, en cantidades que oscilan entre el 3% y el 8%, al mismo tiempo que mejora la adhesión entre las partículas del suelo, disminuye la absorción. En cantidades comparables, el cemento contribuye a mejorar, aunque puede afectar su transpirabilidad. Además, las cenizas volcánicas o las cenizas

de hornos ladrilleros, con una proporción del 5% al 15%, actúan como puzolanas, optimizando la cohesión de la mezcla y minimizando la contracción durante el secado.

✓ **Aditivos orgánicos**

Entre los más comunes se encuentran los aceites naturales, como el de linaza o el de cactus, que mejoran la resistencia del adobe al agua. También se pueden emplear almidón o goma de tara, que aumentan la adherencia entre las partículas del material y reducen su permeabilidad. Estos aditivos contribuyen a que el adobe sea más resistente al deterioro sin comprometer su naturaleza ecológica. (Brito & Santamaría, 2021).

✓ **Relación de mezcla ideal para un adobe equilibrado.**

Para lograr una mezcla de adobe con buenas propiedades mecánicas y térmicas, es fundamental mantener un equilibrio adecuado entre sus componentes. La arcilla debe estar presente en una proporción del 20% al 30%, mientras que la arena debe representar entre el 40% y el 50% del total. Las fibras naturales, que ayudan a reducir la formación de grietas, deben conformar entre el 5% y el 10%, debe encontrarse en un rango del 15% al 25%. En caso de requerir estabilizantes, la cal o el cemento pueden añadirse en proporciones del 3% al 8%, y las cenizas en un rango del 5% al 15%, dependiendo de la resistencia que se desee obtener.

2.2.2 Propiedades del adobe

Debido a que posee una serie de características, el adobe es un excelente material para la construcción ecológica. La porosidad y la higroscopicidad son dos de sus cualidades físicas que destacan por sus altos niveles. Además, su bajo coeficiente de dilatación térmica evita deformaciones ante cambios de temperatura, lo que contribuye a la estabilidad estructural. Sin embargo, su alta permeabilidad al agua lo hace vulnerable a la humedad, por lo que requiere estabilización con cal, cemento o recubrimientos protectores. (Vallejos, 2023).

En cuanto a sus propiedades, el adobe tiene una baja resistencia, generalmente entre 1.5 y 3.5 MPa, lo que limita su uso en edificaciones de gran altura. Su resistencia a la flexión y al corte también es reducida, por lo que las estructuras de adobe necesitan refuerzos para mejorar su estabilidad. A pesar de esto, su alta inercia térmica y su capacidad de aislamiento acústico lo hacen un material eficiente para la construcción de viviendas en climas extremos.

2.2.3 Propiedades físicas

Las propiedades son de acuerdo a comportamiento térmico y acústico. (Gomez, 2020).

➤ **Densidad**

Dependiendo de la proporción de sus componentes. Un adobe con mayor contenido de arena y menor cantidad de arcilla tiende a ser más ligero y menos cohesivo, mientras que un adobe con alto contenido de arcilla es más denso, pero también más propenso a la retracción y fisuración. En general, su densidad varía entre 1400 y 1800 kg/m³, lo que lo hace un material relativamente pesado.

➤ **Porosidad.**

Altamente porosa disposición de sus partículas y la presencia de fibras orgánicas. Su porosidad puede superar el 30%. Esta porosidad también le otorga cierta capacidad de transpiración, permitiendo que las edificaciones de adobe regulen la humedad ambiental. (Gomez, 2020).

➤ **Absorción de agua.**

Dependiendo de su composición y compactación, puede absorber entre 10 y 30% de su peso, un revestimiento de cal o barro estabilizado, la absorción excesiva puede degradarlo con el tiempo, provocando erosión y debilitamiento estructural.

➤ **Capacidad térmica y regulación climática.**

Además de su baja conductividad térmica, almacenamiento de calor. Durante el día, absorbe el calor del sol y lo acumula en sus paredes, liberándolo lentamente por la

noche. Esto lo convierte en un material eficiente para la regulación climática en viviendas, ya que minimiza los cambios. (Gomez, 2020).

➤ **Permeabilidad al vapor de agua.**

El adobe tiene la ventaja de que controla la humedad ambiental. Su estructura porosa facilita su difusión, lo que reduce la condensación y la acumulación de humedad dentro de las casas.

➤ **Aislamiento acústico.**

Es un buen absorbente acústico, ayudando a reducir la transmisión del ruido del exterior al interior de una vivienda. Su capacidad de aislamiento acústico es comparable a la de otros materiales como el ladrillo, pero con la ventaja de ser más ecológico y térmicamente eficiente.

➤ **Retracción y estabilidad dimensional.**

Durante el secado, el adobe puede experimentar retracción, lo que puede causar las deformaciones. Las fibras influyen en el nivel de retracción del material. Para minimizar este problema, se suelen incorporar estabilizantes como la cal o cenizas de hornos ladrilleros. (Gomez, 2020).

2.2.4 Propiedades mecánicas

1. Resistencia a compresión

Los ladrillos cocidos. En general, varía entre 1.5 MPa y 4 MPa, depende de las proporciones posibles estabilizantes como cal o cemento. (Vallejos, 2023).

- Un adobe con mayor contenido de arcilla puede ser más cohesivo, pero también más propenso a la retracción y fisuración.
- La adición de estabilizantes puede aumentar su resistencia.
- La compactación adecuada de la mezcla y un secado controlado también mejoran su comportamiento a la compresión.

2. Resistencia a la tracción.

Generalmente inferior a 0.2 MPa. Debido a su composición granular y la ausencia de refuerzos internos como acero, es propenso a fisuras y fallas ante esfuerzos de tracción.

- Para mejorar esta propiedad, se pueden agregar fibras naturales (paja, bagazo de caña, pelo de animal) que ayudan a reducir la aparición de grietas. **(Vallejos, 2023)**.
- También se pueden aplicar refuerzos en las construcciones, como mallas de fibras vegetales o estabilizantes en la mezcla.

3. Resistencia a la flexión

Debido a su fragilidad, los elementos de adobe no soportan bien esfuerzos de flexión, lo que puede provocar fisuras y fracturas.

- Para mejorar su resistencia a la flexión, se pueden incorporar fibras naturales o materiales sintéticos.
- En la construcción, se suelen diseñar muros gruesos y reforzados para minimizar la aparición de tensiones que provoquen fallas por flexión.

4. Módulo de elasticidad.

La elasticidad del adobe es baja. Se encuentra en un rango de 50 a 500 MPa, lo que indica que es un material con baja rigidez y alta deformabilidad bajo carga.

- Su deformación bajo esfuerzo es mayor en comparación con materiales industrializados.
- La adición de estabilizantes o fibras puede incrementar su rigidez, aunque sigue siendo más flexible que otros materiales de construcción.

5. Resistencia al corte

Oscila de 0.2 MPa y 0.6 MPa, lo que lo hace vulnerable a esfuerzos de desplazamiento lateral en muros y estructuras.

- En muros de carga, se deben reforzar las esquinas y uniones para evitar fallas por corte en eventos sísmicos o por cargas irregulares.
- La adición de estabilizantes o el uso de refuerzos estructurales puede mejorar su capacidad ante esfuerzos de corte. **(Vallejos, 2023).**

6. Ductilidad.

Su comportamiento es rígido y quebradizo, lo que lo hace susceptible a fallas repentinas bajo carga sin previo aviso de deformación.

- La inclusión de fibras o refuerzos puede mejorar su tenacidad y reducir la propagación de grietas.
- En construcciones sismo-resistentes, se combinan adobes con refuerzos estructurales para evitar colapsos súbitos.

Conclusión:

El adobe tiene bajas propiedades mecánicas, especialmente en tracción y flexión, debido a su fragilidad y composición granular. Para mejorar su comportamiento mecánico, se pueden utilizar estabilizantes, fibras naturales o refuerzos estructurales. Además, es fundamental diseñar correctamente las estructuras para evitar esfuerzos que el adobe no puede soportar, como tracción y flexión excesivas.

2.2.5 Polvo de concreto reciclado

Proveniente de demoliciones, desperdicios de construcción o estructuras en desuso. Este material es generado como un subproducto en los procesos de reciclaje del concreto, donde los fragmentos de mayor tamaño se reutilizan como agregados gruesos, mientras que las partículas más finas conforman el polvo de concreto reciclado. Su composición varía dependiendo de la calidad del concreto original, pero generalmente contiene cemento hidratado, partículas de arena, grava triturada y en algunos casos restos de aditivos o impurezas. (Jave & Ocampo, 2024).

Utilizado en diversas aplicaciones dentro es sostenible, ya que permite reducir la demanda de materiales vírgenes y disminuir la cantidad de escombros enviados a los

vertederos. Su empleo más común es como relleno. Además, se puede utilizar en la creación de morteros, así como en la estabilización del suelo y la producción de materiales prefabricados, mejorando ciertas propiedades mecánicas y reduciendo el impacto ambiental de los proyectos constructivos.

Las propiedades dependen de diversos factores procedencia del concreto original, la granulometría alcanzada tras el proceso de molienda y la presencia de compuestos residuales. En algunos casos, este material afecta a la resistencia del concreto nuevo si se emplea en grandes proporciones sin un adecuado tratamiento. Por esta razón, su incorporación en nuevas mezclas requiere un estudio detallado para optimizar su desempeño y garantizar que cumpla con los estándares. (Jave & Ocampo, 2024).

Figura 2

Concreto reciclado



Nota. Desmonte reciclado, tomado de la demolición de una vivienda en la provincia de San Román.

2.2.5.1. Características del polvo de concreto reciclado

Según, Pérez et al.,(2019), sostiene que:



a) Características físicas.

- Granulometría: Compuesta mayormente por partículas finas ($<75 \mu\text{m}$), con variaciones según el proceso de trituración y molienda utilizado.
- Morfología: Las partículas tienen formas irregulares y superficies rugosas, su capacidad de adherencia dentro de la matriz cementicia.
- Densidad: Su densidad aparente varía entre 1.8 y 2.5 g/cm^3 , dependiendo del grado agua original.
- Absorción: Debido a la presencia de partículas de cemento húmedo, posee una alta capacidad de absorción, lo que puede afectar a la trabajabilidad de las mezclas de hormigón que lo contienen.
- Color: Presenta tonalidades grises, similares al cemento Portland, pero con ligeras variaciones según los materiales originales del concreto demolido.

b) Características químicas.

- Composición química: Contiene (CaO), (SiO_2), (Al_2O_3) y pequeñas cantidades de otros compuestos derivados del cemento y los agregados del concreto original. **(Pérez et al., 2019).**
- Presencia de cemento no hidratado: En algunos casos, puede presentar partículas de cemento sin reaccionar, lo que podría contribuir a cierta actividad puzolánica en presencia de agua.
- Alcalinidad: Mantiene un pH elevado (entre 10 y 13), lo que puede afectar la compatibilidad con ciertos aditivos y materiales en nuevas mezclas.
- Contenido de sulfatos y cloruros: Dependiendo de su origen, puede contener sulfatos y cloruros en cantidades variables.

c) Características mecánicas.

- Menor resistencia frente a la presencia de partículas cementicias hidratadas y porosas, el polvo de concreto reciclado tiende a ser más frágil que los agregados naturales.
- La sustitución de cemento reduce la resistencia mecánica del concreto si no se optimizan las proporciones y se controla el proceso de mezcla. **(Pérez et al., 2019)**.
- Reducción de trabajabilidad: Pueden disminuir la fluidez, requiriendo ajustes en la proporciones de agua y aditivos plastificantes.

d) Características ambientales

- Impacto en la durabilidad de estructuras: Su empleo debe ser evaluado en función de la durabilidad donde la presencia de sulfatos o cloruros podría comprometer la integridad estructural.

El polvo es sostenible y prometedora para la construcción, pero su incorporación debe ser estudiada cuidadosamente para garantizar su viabilidad técnica y económica.

2.2.5.2. Impacto del polvo de concreto reciclado

El uso de polvo de concreto en la elaboración del adobe puede generar cambios significativos en sus propiedades. Su incorporación como un material suplementario dentro de la mezcla de adobe puede mejorar ciertos aspectos del desempeño del material, pero también puede representar desafíos que requieren ajustes en sus características. (Baraya, 2022).

Influencia

Puede modificar la textura y trabajabilidad de la mezcla de adobe. Su alta absorción de agua puede afectar la cantidad de líquido necesaria en la mezcla, haciendo que el adobe requiera mayor contenido de agua para su moldeado adecuado. Además, su incorporación puede afectar sus cualidades de regular la humedad ambiental.

Otro efecto importante es la densidad del adobe, ya que dependiendo de la cantidad de polvo de concreto reciclado agregado, los bloques pueden volverse más compactos y pesados. Esto puede mejorar la estabilidad del adobe, pero también puede aumentar su

peso estructural, lo que debe considerarse en el diseño de edificaciones construidas con este material.

Impacto

Desde el punto de vista mecánico. En proporciones controladas, su presencia puede aumentar la cohesión y la compactación de mezclas. Sin embargo, en cantidades excesivas, puede reducir la flexibilidad del adobe, haciéndolo más frágil y propenso a fisuras bajo cargas de impacto o esfuerzos de tracción. (Baraya, 2022).

Además, puede actuar como estabilizante, contribuyendo a mejorar la adherencia entre las partículas del adobe. En algunos casos, su combinación con aditivos adicionales, como cal o ceniza de hornos ladrilleros, puede potenciar el a esfuerzos mecánicos.

Efecto de durabilidad y resistencia

La humedad excesiva, ya que el material cementante residual presente en el polvo puede reaccionar con el agua y formar compuestos que ayudan a reducir la absorción.

Sin embargo, este efecto es de acuerdo a la medida y cantidad de polvo de concreto reciclado utilizado. Si el material contiene altos niveles de cemento hidratado, puede generar cierta resistencia al agua, pero si tiene una alta proporción de partículas porosas, podría incrementar la absorción de humedad y debilitar la estructura del adobe con el tiempo. (Baraya, 2022).

Consideraciones ambientales y de sostenibilidad.

En la fabricación de adobe tiene beneficios ambientales importantes, ya que permite la reutilización de un residuo de escombros. Mediante su incorporación a los ladrillos de adobe para la construcción sostenible, es posible limitar la explotación de elementos naturales como la arena y la arcilla, lo que favorece prácticas de construcción más respetuosas con el medio ambiente y acordes.

Sin embargo, es importante considerar que contener impurezas o residuos químicos que podrían afectar la calidad del adobe y la seguridad de su uso en edificaciones. Por esta razón, antes de incorporarlo en la mezcla de adobe, se recomienda realizar ensayos previos.

2.2.5.3. Ventajas y desventajas en el uso del polvo de concreto reciclado

☒ Ventajas.

1. Mejora en las propiedades mecánicas.

- Aumento de la resistencia: El PCR puede actuar como un refuerzo y aumentando sus capacidades de soportar cargas.
- Reducción de la fisuración: Su incorporación puede disminuir la contracción.
- Mayor cohesión interna: La presencia de partículas cementosas en el PCR mejora la adherencia entre los componentes de la mezcla, aumentando su estabilidad estructural.

2. Beneficios ambientales y de sostenibilidad.

- Reutilización: Disminuye la acumulación de escombros de concreto en los vertederos.
- Menor explotación de suelos arcillosos: Al reducir la cantidad de arcilla, se preservan los recursos naturales.
- El adobe con PCR requiere menos consumo energético en comparación con materiales como el ladrillo cocido.

3. Mejora en la durabilidad y protección contra agentes externos.

- Mayor resistencia a la erosión: Puede hacer que el adobe sea más resistente a la acción del agua y el viento, reduciendo su desgaste con el tiempo.
- Menor absorción de agua: Si el PCR se dosifica correctamente, puede reducir la absorción capilar del adobe, mejorando su comportamiento en climas húmedos.
- Mayor estabilidad térmica: El adobe con PCR mantiene las propiedades aislantes del adobe tradicional, contribuyendo a la eficiencia energética en edificaciones.

☒ Desventajas.

1. Efectos negativos en la mezcla.

- Dificultad en la trabajabilidad: la mezcla puede volverse más seca, requiriendo ajustes en la cantidad de agua utilizada.
- Posible aumento de la fragilidad: En proporciones elevadas, el PCR puede generar un material más quebradizo, reduciendo la ductilidad del adobe.

2. Control de calidad y variabilidad del material.

- Composición química variable: El polvo de concreto reciclado puede contener impurezas como sulfatos o cloruros, lo que podría afectar la durabilidad del adobe.
- Dependencia del origen del concreto reciclado: La calidad del PCR depende del tipo de concreto de donde proviene, lo que puede generar diferencias en el desempeño del adobe final.

3. Posibles implicaciones económicas y técnicas.

- Necesidad de procesos adicionales: Para optimizar su uso, el PCR puede requerir procesos de clasificación y tratamiento previo.
- Mayor peso: En algunas proporciones, el PCR puede incrementar la densidad del adobe, dificultando su manipulación y transporte.

Conclusión:

Su implementación debe ser controlada y optimizada para evitar problemas de trabajabilidad, fragilidad o variabilidad en la calidad del material.

2.2.6 Cenizas de hornos ladrilleros

Las cenizas de hornos ladrilleros son los residuos finos y livianos que se generan como subproducto, otro material combustible empleado en el proceso de cocción de ladrillos. Su composición y características físicas del material quemado, temperatura y las condiciones de operación del horno.

Desde el punto de vista físico, las cenizas de hornos ladrilleros suelen presentarse como un polvo fino de color grisáceo a negro, con partículas de tamaño variable. Su morfología es irregular, y su estructura porosa favorece la retención de agua. Esto puede

influir en su comportamiento cuando se incorpora en mezclas de construcción, como en la producción de adobe, concreto o morteros. Además, debido a su ligereza, pueden ser transportadas fácilmente por el viento, lo que requiere su manejo adecuado para evitar contaminación ambiental. (Cedeño et al, 2022).

En términos químicos, estas cenizas contienen óxidos de silicio (SiO_2), aluminio (Al_2O_3), calcio (CaO) y pequeñas cantidades de otros compuestos, dependiendo del material de combustión utilizado. En algunos casos, pueden tener cierto grado de reactividad puzolánica.

El uso de ceniza de hornos ladrilleros en materiales de construcción puede proporcionar beneficios, mejora de ciertas propiedades mecánicas y térmicas. Sin embargo, es fundamental analizar su composición química los elementos tóxicos afectar la calidad del producto final o la salud de los trabajadores. Su integración en diferentes aplicaciones debe ser evaluada mediante ensayos experimentales para determinar su influencia en la resistencia, el desempeño general del material en el que se incorporen. (Cedeño et al, 2022).

Figura 3

Cenizas de hornos ladrilleros



Nota. Cenizas sacados del horno.

2.2.6.1. Características de las cenizas de los hornos ladrilleros

Influyen en su comportamiento cuando se incorporan en materiales de construcción. Estas propiedades dependen del tipo de combustible utilizado en la cocción de ladrillos, la temperatura alcanzada en el horno y las condiciones de combustión. (Cedeño et al, 2022).

1. Características físicas.

- Granulometría: Se presentan como un polvo fino con partículas de tamaño variable, generalmente menores a 75 micras, lo que favorece su incorporación en mezclas cementicias y de arcilla.
- Morfología: Las partículas de ceniza tienen formas irregulares y una estructura porosa, su reactividad en presencia de cemento o cal.
- Color: Su tonalidad varía entre gris claro, gris oscuro y negro, dependiendo del tipo de combustible utilizado (carbón, leña, residuos agrícolas, entre otros).
- Densidad: Es un material liviano
- Absorción: Debido a su estructura porosa, pueden retener humedad, lo que puede afectar la trabajabilidad y la demanda de agua en las mezclas donde se incorpore.

2. Características químicas.

- Composición mineralógica: Contienen principalmente (SiO_2), (Al_2O_3) y (CaO).
- Reactividad puzolánica: ciertas cenizas exhiben cualidades puzolánicas, lo que les permite reaccionar ($\text{CA}(\text{OH})_2$).
- Contenido de carbono no quemado: Dependiendo del grado de combustión, pueden contener restos de carbono no completamente quemado, lo que influye en su color y en su reactividad. (Cedeño et al, 2022).
- Alcalinidad: Presentan un pH alcalino (entre 9 y 12), lo que puede influir en su compatibilidad con ciertos materiales y en la durabilidad de mezclas en las que se utilicen.

3. Características mecánicas y funcionales.

- Mejora en la resistencia de mezclas: Su uso en concreto, morteros o adobe puede contribuir al aumento de la resistencia mecánica, especialmente si presentan actividad puzolánica.
- Reducción de la densidad en materiales de construcción: Su incorporación puede generar productos más ligeros, lo que reduce las cargas estructurales.
- Influencia en la durabilidad: En ciertas proporciones, pueden mejorar su resistencia

4. Características ambientales y de sostenibilidad.

- Reciclabilidad: Su uso en la construcción permite reducir los residuos industriales y minimizar la contaminación ambiental.
- Reducción del uso de cemento y arcilla: Su integración en mezclas puede disminuir la demanda de materiales vírgenes, reduciendo la explotación de recursos naturales. **(Cedeño et al, 2022).**
- Impacto ambiental: Es esencial realizar un análisis del porcentaje de metales pesados o compuestos tóxicos que contienen, especialmente si se producen por la combustión de determinados combustibles.

Conclusión:

Su aplicación es estudiada para evitar efectos negativos en la trabajabilidad y durabilidad de los materiales en los que se incorporan. Su caracterización química es clave para determinar su viabilidad en diferentes aplicaciones.

2.2.6.2. Impacto de las cenizas de hornos ladrilleros

a) Influencia en las propiedades físicas del adobe

- Reducción de retracción y fisuración: Al disminuir la formación de fracturas y reducir la cantidad de contracción, la ceniza fina ayuda a mejorar la estabilidad dimensional del adobe.

- Mejora en la textura y trabajabilidad: Las partículas finas de ceniza actúan como relleno en la matriz arcillosa, facilitando la mezcla y la homogeneidad del material.
- Variación en la densidad: Dependiendo de la proporción utilizada, las cenizas pueden hacer que el adobe sea más ligero o más denso, lo que influye en su resistencia y manejo.

b) Efecto en propiedades mecánicas

- Aumento de resistencia: La presencia de compuestos como sílice y alúmina en las cenizas puede contribuir al fortalecimiento de la estructura del adobe, mejorando su capacidad de carga.
- Mayor cohesión interna: La incorporación de cenizas puede incrementar la adherencia entre las partículas del adobe, resultando en un material más compacto y resistente.
- Posible fragilidad en altas proporciones: Si se añade una cantidad excesiva de cenizas, la mezcla puede volverse quebradiza, reduciendo la resistencia al impacto del adobe.

c) Impacto en la durabilidad y comportamiento ante el agua.

- Mayor resistencia a la erosión: El uso de cenizas en el adobe puede hacerlo más resistente al desgaste causado por el viento y el agua, prolongando su vida útil.
- Menor absorción de agua: Dependiendo de la composición de las cenizas, el adobe puede volverse menos permeable, mejorando su comportamiento en climas húmedos y reduciendo la degradación por humedad.
- Prevención de eflorescencias: Algunas cenizas pueden contener sales que, si no se controlan adecuadamente, podrían generar manchas blancas en la superficie del adobe con el tiempo. **(Cedeño et al, 2022).**

d) Impacto ambiental y sostenibilidad.

- La reutilización en la construcción de adobe evita su acumulación como desecho, promoviendo la economía circular.
- Menor extracción de suelos arcillosos: Al sustituir parte de la arcilla con cenizas, se reduce la explotación de suelos.
- La incorporación de cenizas en el adobe disminuye la dependencia de materiales procesados con alto impacto ambiental, como el cemento o la cal.

e) Desafíos y consideraciones técnicas.

- Control de la dosificación: Es fundamental determinar la cantidad óptima de cenizas.
- Posible presencia de contaminantes: Se debe verificar que las cenizas no contengan elementos perjudiciales, como metales pesados o compuestos tóxicos, que puedan afectar la seguridad y el desempeño del adobe. **(Cedeño et al, 2022).**

2.2.6.3. Ventajas y desventajas del uso de las cenizas de hornos ladrilleros

Además, tiene el potencial de mejorar determinadas cualidades del material y reducir el impacto ambiental. Sin embargo, también presenta desafíos que deben ser considerados:

Ventajas.

- Mayor resistencia: Es posible que el (SiO_2), (Al_2O_3) en las cenizas contribuya al fortalecimiento de la estructura del adobe.
- Reducción de la fisuración: La adición de cenizas disminuye la retracción durante el secado, evitando la formación de deformaciones.
- Menor absorción de agua: En proporciones adecuadas, las cenizas pueden reducir la permeabilidad la humedad y prolongando su vida útil. **(Cedeño et al, 2022).**
- Mayor cohesión interna: Actúan como un material de relleno que mejora la compactación del adobe y su estabilidad estructural.

- Aprovechamiento de residuos industriales: Se reduce la acumulación de cenizas como desecho, promoviendo su economía.
- Menor explotación de suelos arcillosos: Al sustituir parte de la arcilla con cenizas, se preservan los recursos naturales y se minimiza el impacto ambiental de la extracción de materiales.
- Mayor erosión: Pueden resistir mejor la acción del viento y la lluvia, reduciendo su desgaste con el tiempo.
- Mejora en el aislamiento térmico: Dependiendo de la composición de las cenizas, pueden contribuir a regular la temperatura en edificaciones, favoreciendo la eficiencia energética.
- Menor proliferación de microorganismos: Al reducir la humedad en el adobe, se minimiza el crecimiento de hongos y bacterias, mejorando la salubridad de las construcciones.

Desventajas.

- Diferencias en la calidad del material: Depende del tipo de combustible utilizado en los hornos ladrilleros, lo que puede generar variaciones en su desempeño dentro del adobe.
- Contaminantes: Algunas cenizas son compuestos nocivos que afectan la seguridad del material y la salud de los ocupantes. **(Cedeño et al, 2022).**
- Necesidad de una dosificación precisa: Una cantidad excesiva de cenizas puede hacer que el adobe se vuelva más frágil y quebradizo, reduciendo su resistencia al impacto.
- Alteración de la trabajabilidad: En ciertas proporciones, las cenizas pueden hacer que la mezcla de adobe sea más difícil de moldear, afectando su manipulación durante la construcción.
- Requerimiento de pruebas previas: Para garantizar un desempeño óptimo, es necesario realizar ensayos experimentales antes de su uso en proyectos de construcción.

- Formación de eflorescencias: Algunas cenizas contienen sales solubles que pueden migrar a la superficie del adobe con el tiempo, generando manchas blancas y posibles deterioros.
- Riesgo de reducción de durabilidad en condiciones extremas: En climas muy húmedos o con exposición prolongada al agua, la estabilidad del adobe con cenizas debe ser evaluada para evitar debilitamientos estructurales.

2.2.7 Norma E.080

Los principios, requisitos y procedimientos para el diseño estructural y la ejecución de edificaciones construidas con materiales basados en tierra, tales como adobe, tapial, quincha sistemas estabilizados. Como objetivo garantizar que las construcciones realizadas con tierra cumplan con criterios mínimos de seguridad, estabilidad, resistencia y durabilidad, considerando las características particulares de este material, que al no ser cocido ni industrializado, requiere controles especiales en su fabricación y comportamiento estructural.

Además, las proporciones adecuadas de los componentes, el tamaño de los bloques permitidos, las características mínimas que deben cumplir las paredes y los sistemas de refuerzo y confinamiento necesarios para mejorar su respuesta frente a cargas verticales y horizontales, especialmente ante sismos. El refuerzo estructural, la regularidad geométrica de las edificaciones y las restricciones de altura y espesor, con el fin de garantizar un comportamiento seguro durante eventos sísmicos.

2.2.7.1. Especificaciones y análisis de la norma E.080

Es un estándar técnico peruano que establece especificaciones técnicas y criterios. (Medina, 2021).

Especificaciones técnicas.

- Define requisitos para materiales de construcción, estableciendo características mecánicas mínimas para la tierra, refuerzos (naturales o sintéticos), y mezcla adecuada de arcilla, limo y arena.

- Determina límites geométricos para muros (esbeltez vertical y horizontal), uso obligado de contrafuertes (rectos o trapezoidales) y disposición de refuerzos horizontales y verticales para mejorar resistencia y ductilidad.
- Regula cimentaciones y sobrecimientos para evitar humedad, así como elementos complementarios como aleros, veredas perimetrales, y recubrimientos resistentes a la humedad.
- Establece criterios para diseño estructural sismorresistente, considerando combinaciones de cargas, comportamiento dúctil, y límites de desplazamiento.

Análisis estructural.

- Considera análisis basados en resistencia, estabilidad y comportamiento frente a cargas sísmicas, promoviendo sistemas con refuerzos compatibles y dimensionamiento adecuado. **(Medina, 2021).**
- Define coeficientes sísmicos basados en tipo de suelo y uso, para cálculo de fuerza sísmica horizontal.
- Prohíbe arbitrariedades en aspectos clave para asegurar que la estructura tolere daños controlados sin riesgo de colapso total.

Aplicaciones y alcance.

- Aplicable a edificios de adobe reforzado y tapial reforzado, con alturas y dimensiones limitadas para asegurar comportamiento adecuado.
- Promueve construcción económica, sostenible, segura y adaptable a contextos urbanos y rurales. **(Medina, 2021).**
- Es de aplicación obligatoria en el país y respaldada por responsabilidad profesional para su diseño y construcción.

2.3 Marco conceptual

- a. **Adobe.** Tiene un bajo impacto en el medio ambiente, son muy apreciados por su capacidad para controlar la temperatura interior, aunque requiere de estabilizantes o revestimientos para mejorar su resistencia frente a la humedad y limitar su fragilidad en aplicaciones estructurales.
- b. **Cenizas de hornos.** - Las cenizas de hornos ladrilleros son residuos finos y pulverulentos resultantes de la combustión de materiales orgánicos utilizados en cocción de ladrillos en hornos artesanales o industriales. Estas cenizas contienen compuestos minerales como sílice, alúmina y óxidos de calcio, lo que les confiere potencial para ser utilizadas como material cementante suplementario.
- c. **Elaboración del adobe.** -El proceso incluye la selección y tamizado de los materiales, el amasado de la mezcla para lograr una consistencia homogénea, el vertido en moldes y el secado gradual para evitar fisuras. Este método tradicional permite obtener un material ecológico y térmicamente eficiente, aunque su resistencia y durabilidad pueden mejorarse con estabilizantes como cal o cemento.
- d. **Polvo de concreto.** - Este material se utiliza como en la producción de mezclas de hormigón fresco, morteros y adobes. Su composición varía según la calidad del concreto original, pero generalmente contiene cemento hidratado, arena y fragmentos de roca, lo que le confiere propiedades cementantes y de relleno.
- e. **Suelo.** - Un suelo adecuado para fabricar adobe debe tener un equilibrio entre arcilla, que actúa como aglutinante, y arena, que reduce la retracción y previene fisuras durante el secado. Dependiendo de su granulometría y características, el suelo puede mejorarse con estabilizantes como cal o cemento para aumentar sus capacidades.



- f. **Secado.** - Proceso mediante el cual los bloques moldeados eliminan gradualmente su contenido de agua mediante evaporación, endureciéndose hasta alcanzar la resistencia suficiente para su uso en
- g. construcción. Un secado adecuado es fundamental para evitar fisuras y deformaciones en los adobes, por lo que se recomienda voltearlos periódicamente y protegerlos de lluvias o exposición excesiva al calor para garantizar sus capacidades.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

Como resultado del trabajo con datos numéricos generados a partir de pruebas realizadas con muestras de Adobe, la investigación utilizó un enfoque cuantitativo. Estos datos fueron procesados y analizados estadísticamente, lo que permitió establecer comparaciones objetivas entre las diferentes mezclas y determinar el efecto que generan el polvo de concreto reciclado y las cenizas de hornos ladrilleros sobre el adobe.

Con el fin de describir, explicar o pronosticar sucesos, la metodología de investigación se caracteriza por la recopilación y el examen de datos numéricos, Para verificar la validez y fiabilidad de los datos, es esencial utilizar mediciones objetivas y procesos estadísticos. (Hernández et al., 2014).

3.2 Tipo de la investigación

Es tipo aplicada, dado que sus resultados están orientados a resolver un problema concreto, optimizando el adobe tradicional con materiales reciclados. La investigación no solo busca generar conocimientos teóricos, sino que tiene como propósito principal desarrollar alternativas de mejora del adobe.

Según, Creswell (2014) En concreto, el objetivo de este tipo de estudio es generar conocimientos que puedan utilizarse para resolver problemas concretos en entornos específicos, utilizando principios y métodos científicos para mejorar procesos, desarrollar tecnologías u optimizar prácticas en diversas áreas.

3.3 Nivel de la investigación

Esta investigación se sitúa en un nivel explicativo, ya que busca analizar y demostrar la relación causa-efecto entre la incorporación de los materiales reciclados y las propiedades del adobe tradicional. A través de experimentos controlados, Se analizará la influencia del polvo de hormigón reciclado y las cenizas de hornos de ladrillos en la resistencia, junto con el grado en que estos factores se ven afectados por la inclusión de estos dos componentes.

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el nivel es una etapa del proceso de investigación que busca identificar la causa y relaciones asumiendo principios, teorías o modelos que permitan comprender su funcionamiento. Se basa en el análisis de variables, la formulación de hipótesis y la verificación empírica a través de métodos experimentales o correlacionales.

3.4 Diseño de la investigación

Es un diseño experimental, se evaluaron las propiedades del adobe modificado con polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros. Para ello, se elaboraron y sometieron a pruebas diferentes muestras de adobe con distintas proporciones de estos materiales, con el fin de analizar su efecto sobre la resistencia, absorción y durabilidad.

Según, Creswell (2014) el diseño permite planificar, estructurar y analizar experimentos relación causa-efecto, controlando factores externos para obtener resultados precisos y reproducibles. Se basa en la manipulación de la variables independiente.

3.5 Métodos de la investigación

El estudio se desarrollará bajo el método científico, siguiendo una secuencia lógica que inicia con la identificación del problema, experimentación controlada. Ensayos normalizados y mediciones cuantificables, se validaron la influencia del polvo de concreto reciclado y las cenizas de hornos ladrilleros en las propiedades del adobe, asegurando la objetividad de los datos obtenidos.

Su aplicación permite explicar fenómenos, identificar relaciones causales y desarrollar teorías fundamentadas en evidencia, garantizando la objetividad y precisión en diversas áreas del conocimiento. (Hernández et al., 2014).

3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

Se analizará la influencia del polvo de hormigón reciclado y las cenizas de hornos de ladrillos en la resistencia del material, junto con el grado en que estos factores se ven afectados por la inclusión de estos dos componentes. Puede ser finita o infinita y se define según los criterios específicos del investigador para garantizar la relevancia de los resultados. A partir de la población, se pueden seleccionar muestras representativas que permitan realizar inferencias y generalizar conclusiones, optimizando el tiempo y los recursos en el proceso de investigación. (Hernández et al., 2014).

Los ladrillos de adobe modificados con polvo de hormigón reciclado y cenizas de hornos de ladrillos conforman la población del estudio. Los ladrillos de adobe tradicionales son los que se utilizan en construcción.

3.6.2 Muestra

Se selecciona mediante la aplicación de métodos estadísticos con el fin de examinar las características de ese subconjunto concreto y, a continuación, extrapolar los resultados a toda la población. La elección de una muestra permite optimizar recursos,

reducir el tiempo de estudio y mejorar la precisión de los análisis, siendo fundamental en estudios cuantitativos y cualitativos en diversas disciplinas. (Hernández et al., 2014).

Incluye ladrillos de adobe fabricados con métodos tradicionales y ladrillos de adobe fabricados con polvo de hormigón reciclado y cenizas de hornos de ladrillos en cantidades variables. La muestra está compuesta por grupos de prueba que representan ambos tipos de ladrillos.

Tabla 2*Detalle de muestras*

Descripción	Absorción	Succión	Variación dimensional	Alabeo	Resistencia a compresión	Total
AT	4	4	4	4	4	20
Con la adición						
AT + 5% PCR	4	4	4	4	4	20
AT + 10% PCR	4	4	4	4	5	20
AT + 15% PCR	4	4	4	4	4	20
AT + 3.5% CHL	4	4	4	4	4	20
AT + 6.5% CHL	4	4	4	4	4	20
AT + 9.5% CHL	4	4	4	4	4	20
Total						140

Nota. AT (*Adobe Tradicional*), PCR (*Polvo de concreto reciclado*) y CHL (*Ceniza de hornos ladrilleros*).

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Según Patton (2015), sostiene que:

Las técnicas empleadas fueron:

- ▀ **Experimentación:** En los experimentos de laboratorio realizados con muestras de adobe se utilizaron diversas cantidades de polvo de hormigón reciclado y cenizas de hornos de ladrillos con el fin de analizar la composición de las muestras.

- **Observación directa:** Durante su proceso de secado y pruebas mecánicas, documentando cualquier cambio significativo en su estructura y composición.
- **Análisis documental:** Se revisaron normativas, artículos científicos y estudios previos sobre la mejora del adobe con materiales reciclados para fundamentar teóricamente la investigación.
- **Análisis estadístico:** Se aplicaron métodos estadísticos para procesar los resultados logrados con los ensayos de laboratorio y determinar la significancia de las variaciones en las propiedades del adobe.

3.7.2 Instrumentos

Según Patton (2015), Los instrumentos son herramientas o dispositivos utilizados en la investigación para recolectar, medir y registrar datos de manera precisa y sistemática. Estos pueden ser físicos, como balanzas, termómetros o microscopios, o metodológicos, como cuestionarios, encuestas, entrevistas y hojas de observación.

Los instrumentos empleados fueron:

- **Máquina de compresión:** Se realizarían ensayos de resistencia en las muestras.
- **Balanza de precisión:** Para medir con exactitud los materiales.
- **Registros fotográficos:** Se utilizarán cámaras para documentar los cambios físicos en los adobes antes y después de los ensayos de laboratorio.
- **Software estadístico:** Se emplearán programas como Excel para el análisis de datos

3.8 Procedimiento de investigación

3.8.1 Recolección de material

1. Obtención del polvo de concreto reciclado:

- **Recolección de residuos de concreto.**

Se inició con la recolección de residuos provenientes de construcciones demolidas, incluyendo fragmentos de concreto endurecido, ladrillos, bloques y restos de

estructuras colapsadas. Durante esta fase, se identificaron y seleccionaron únicamente los materiales que presentaban características adecuadas para su reutilización, evitando elementos contaminados o excesivamente deteriorados.

- **Clasificación y limpieza del material.**

Una vez recolectados, los residuos fueron sometidos a una clasificación manual para retirar materiales no aptos como madera, tierra, metales, restos orgánicos u otros componentes que pudieran afectar la pureza del producto final. Esta limpieza garantizó que el material inicial fuera lo más homogéneo posible antes del procesamiento.

- **Transporte al área de procesamiento.**

Los materiales seleccionados fueron trasladados a un sitio acondicionado específicamente para su trituración y molienda. Este traslado se realizó cuidando que los residuos no incorporaran humedad adicional ni contaminantes durante el desplazamiento.

- **Trituración primaria.**

En el área de procesamiento, los fragmentos fueron sometidos a una trituración inicial utilizando combas, martillos y otras herramientas manuales. Esta etapa permitió reducir el tamaño de los residuos, haciéndolos más manejables y aptos para una molienda más fina.

- **Molienda manual del material.**

Se sometió a una molienda manual adicional, cuyo objetivo fue transformar los fragmentos en partículas finas. Este proceso continuó hasta obtener un polvo de aspecto homogéneo, adecuado para su empleo como estabilizante en la fabricación de adobes.

- **Tamizado del polvo triturado.**

El polvo obtenido se pasa por el tamiz n°4 formara parte del PCR destinado a la investigación. Este tamizado aseguró una granulometría uniforme, condición esencial para su incorporación a la mezcla de adobe.

- Almacenamiento del polvo de concreto reciclado.

Finalmente, el PCR tamizado fue almacenado en sacos o recipientes limpios y secos, etiquetados según su tipo y fecha de procesamiento. El material se mantuvo protegido de la humedad y de la contaminación ambiental para preservar sus propiedades hasta el momento de su uso en la elaboración de los adobes experimentales.

Figura 4

Polvo de concreto reciclado



Nota. Desmonte reciclado, tomado de la demolición de una vivienda en la provincia de SR.

2. Obtención de las cenizas de hornos ladrilleros:

- Identificación de la planta ladrillera.

El proceso inició con la identificación de una planta local ubicada en la salida Arequipa dedicada a fabricar ladrillos, donde se llevan a cabo las etapas de cocción que generan las cenizas utilizadas en la investigación. Se seleccionó un horno que operara de manera continua y que permitiera el acceso al área de combustión una

vez finalizado el proceso de quemado. Esta identificación previa garantizó que el material obtenido fuera representativo de las cenizas generadas habitualmente en este tipo de producción artesanal.

- **Punto de cocción.**

Durante el proceso de cocción del material, la ceniza de eucalipto llegó a una temperatura de fusión cercana a los 500 °C. Este valor se consideró tomando como referencia el estudio realizado por **(Maldonado, 2023)**.

- **Coordinación y autorización de acceso.**

Una vez seleccionada la planta, se procedió a coordinar con los responsables del lugar el acceso controlado al horno después de completado el ciclo de cocción. El ingreso se realizó únicamente cuando el horno había alcanzado condiciones seguras de temperatura, evitando riesgos para la manipulación del material. Esta etapa permitió trabajar en un entorno adecuado y sin interferir en las actividades normales de la planta.

- **Recolección del material ceniciento.**

Con el horno ya enfriado, se procedió a la recolección de las cenizas depositadas en la base y zonas laterales de la cámara de combustión. Estas cenizas provenían de la quema de combustibles y residuos orgánicos utilizados para elevar la temperatura del horno. La extracción se llevó a cabo manualmente utilizando herramientas adecuadas, tales como palas metálicas pequeñas, evitando la contaminación con fragmentos de ladrillo, partículas de arcilla sin cocer o restos sólidos no combustibles.

- **Limpieza y selección de las cenizas recolectadas.**

Las cenizas fueron sometidas a una inspección visual preliminar con el objetivo de retirar materiales ajenos como terrones, carbón no quemado, restos de ladrillo fracturado u otros elementos que pudieran alterar la pureza del material. Esta clasificación inicial permitió disponer de un residuo más uniforme y apto para su posterior procesamiento.

- **Tamizado del material ceniciento.**

El material previamente seleccionado fue tamizado utilizando una malla N° 04 con el fin de separar partículas gruesas y obtener únicamente el polvo fino de interés.

El proceso de tamizado aseguró que las cenizas utilizadas presentaran una granulometría homogénea, condición fundamental para garantizar su comportamiento uniforme durante los ensayos experimentales.

- **Obtención del polvo fino de ceniza.**

Una vez realizada la separación, se recopiló el polvo. Este polvo de ceniza, por su textura y finura, fue considerado el componente adecuado para ser utilizado como estabilizante en las formulaciones experimentales de adobe. El material grueso retenido fue descartado por no cumplir con los criterios granulométricos establecidos.

- **Almacenamiento de las cenizas procesadas.**

Finalmente, el polvo de ceniza obtenido fue almacenado en recipientes limpios y secos, etiquetados según la fecha de recolección y el origen del material. Estos contenedores fueron resguardados en un ambiente protegido de la humedad y de la contaminación ambiental, asegurando que el material mantuviera sus propiedades físicas hasta su posterior incorporación en el proceso de elaboración.

Figura 5

Cenizas de hornos ladrilleros



Nota. Cenizas sacadas del horno, muestra tomada de hornos ladrilleros.

3. Proceso de elaboración del adobe:

- **Paso 1; Selección y preparación del terreno.**

Se eligió un área plana, firme y limpia donde se desarrollaría todo el proceso de elaboración. El terreno fue despejado de piedras, vegetación y materiales orgánicos para asegurar un espacio adecuado para el mezclado, moldeo y secado de los adobes. Esta etapa garantizó un ambiente controlado que evitara la contaminación de las muestras y facilitara su manipulación durante cada fase del proceso.

- **Paso 2; Obtención y acopio de materiales.**

Se procedió a obtener el suelo arcilloso de la zona, previamente caracterizado para confirmar su idoneidad en la fabricación de adobes tradicionales. Asimismo, se recolectaron y acondicionaron los estabilizantes: polvo de concreto reciclado (PCR) y ceniza de hornos ladrilleros (CHL). Todos los materiales fueron almacenados en condiciones secas y protegidas para evitar alteraciones en su humedad y granulometría antes de su uso.

- **Paso 3; Tamizado y preparación del suelo.**

El suelo base fue sometido a un proceso de desmenuzado manual y posteriormente tamizado para eliminar piedras, terrones grandes, raíces y restos orgánicos. Esta etapa permitió obtener un material uniforme y con la textura adecuada para asegurar una buena cohesión, compactación y homogeneidad en los adobes durante el moldeo.

- **Paso 4; Dosificación de la mezcla.**

Según el diseño experimental. Ambas adiciones fueron incorporadas de manera independiente tomando como referencia el peso total del suelo, siguiendo los porcentajes establecidos en las tablas 3 y 4. También se elaboraron adobes patrón (sin adiciones) para fines de comparación.

Tabla 3

Cantidad de materiales - adobe + % PCR

Cantidad de materiales				
Agregado	Adobe tradicional	5% PCR	10% PCR	15% PCR
Arena (kg)	45.00	45.00	45.00	45.00
Arcilla (kg)	6.50	6.50	6.50	6.50
Limo (kg)	12.00	12.00	12.00	12.00
Agua (lt)	8.60	8.60	8.60	8.60
PCR (kg)	-	3.61 kg.	7.21 kg.	10.82 kg.

Tabla 4

Cantidad de materiales adobe + % CHL

Cantidad de materiales				
Agregado	Adobe tradicional	3.5% CHL	6.5% CHL	9.5% CHL
Arena (kg)	45.00	45.00	45.00	45.00
Arcilla (kg)	6.50	6.50	6.50	6.50
Limo (kg)	12.00	12.00	12.00	12.00
Agua (lt)	8.60	8.60	8.60	8.60
CHL (kg)	-	2.52 kg.	4.69 kg.	6.85 kg.

La producción de los adobes tradicionales con las proporciones en peso establecidas por Luque (2022), consideradas adecuadas para la fabricación de adobes en contextos comparables. Además, cabe indicar que, las cantidades de material mostradas en las

tablas anteriores, son para la elaboración característica de 5 adobes con aproximadamente 12.5 kg de peso.

- **Paso 5; Mezclado de los materiales.**

Los componentes secos (suelo, PCR o CHL) fueron primero integrados para obtener una masa homogénea. Posteriormente se añadió agua de forma gradual hasta alcanzar una consistencia plástica y trabajable. El mezclado se realizó manualmente mediante pisado y volteo constante, asegurando la distribución uniforme de los estabilizantes en toda la mezcla.

- **Paso 6; Moldeo del adobe.**

La mezcla húmeda fue vertida en moldes rectangulares de madera de dimensiones 32 × 20 × 10 cm, previamente humedecidos para evitar adherencias. Una vez dentro del molde, el material fue compactado manualmente mediante golpes uniformes, eliminando vacíos internos y logrando una adecuada densificación del adobe. Luego se procedió al desmolde con cuidado para evitar deformaciones.

- **Paso 7; Secado inicial (aireación).**

Los adobes recién moldeados se dejaron reposar sobre una superficie plana durante las primeras horas para que adquirieran consistencia suficiente sin deformarse. En esta etapa inicial el secado fue moderado, permitiendo que la mezcla perdiera humedad superficial sin generar fisuras.

- **Paso 8; Acomodado para el secado final.**

Luego del fraguado inicial, los adobes fueron colocados de canto para favorecer un secado uniforme. El curado se llevó a cabo a la sombra durante 28 días, bajo condiciones ambientales naturales, permitiendo que el agua se evaporara de forma gradual y evitando la aparición de grietas o deformaciones provocadas por contracciones rápidas. Finalmente, cada unidad fue identificada según su proporción de PCR o CHL y almacenada adecuadamente hasta su uso en los ensayos de laboratorio.

3.8.2 Ensayos de laboratorio

A. Prueba de cinta de barro

Técnica simple y eficaz utilizada en la evaluación de la plasticidad y la trabajabilidad de las mezclas de barro o arcilla, comúnmente aplicada en la elaboración del adobe. Este ensayo permite determinar cómo se comporta una muestra de barro cuando se somete a una deformación progresiva, lo cual es esencial para ser manipulada y utilizada en la construcción.

Procedimiento:

- **Preparación de muestra:** Una muestra de barro o arcilla, que debe ser homogénea y libre de impurezas. La cantidad recomendada para el ensayo es de unos 500 gramos a 1 kg de material.
- **Adición de H₂O:** La muestra gradualmente y se mezcla bien para obtener una consistencia homogénea. La cantidad de agua agregada debe ser suficiente para que la mezcla alcance una consistencia plástica, pero no tan líquida como para que no mantenga su forma.
- **Formación de la cinta:** Se toma una porción de la mezcla de barro y se amasa para formar una "cinta" o "rollo" delgada, de aproximadamente 15 a 30 cm de longitud y un grosor de 2 a 4 cm. Durante este proceso, la mezcla debe ser trabajada de manera que no se agriete ni se deshaga fácilmente.
- **Estiramiento de la cinta:** Se estira la cinta de barro en una superficie plana, aplicando una presión uniforme. La mezcla debe estirarse lentamente sin que se rompa. La longitud que puede alcanzar la cinta antes de que se quiebre proporciona información sobre la plasticidad del material.

Evaluación del resultado:

- Si la cinta se estira de manera uniforme sin romperse, se considera que la mezcla tiene buena plasticidad.
- Si la cinta se quiebra antes de alcanzar una longitud razonable, esto indica que el material es demasiado seco o tiene baja plasticidad.
- Si la cinta se estira, pero presenta fisuras o grietas, puede indicar que la mezcla tiene demasiada agua o no está suficientemente compactada.

B. Resistencia seca:

Procedimiento:

- **Preparación de la muestra:** La mezcla de barro o suelo que se desea probar. La cantidad mínima recomendada es de unos 200-300 gramos. Asegúrese de que la muestra esté libre de impurezas como piedras, raíces o residuos orgánicos.
- **Secado de la muestra:** Para obtener un peso consistente, dejar que se seque al aire o se hornee en un horno establecido en 105 a 110 ° C. Este proceso elimina la humedad del barro o del suelo, permitiendo medir la resistencia de la mezcla una vez seca.
- **Formación de la muestra:** Después de secar la muestra, se forma un bloque o una pastilla delgada del material para evaluar su resistencia. En algunos casos, la muestra se puede moldear en forma de un pequeño cilindro o cubo.
- **Medición de la resistencia seca:** Para medir la resistencia seca, la muestra secada se somete a una presión controlada utilizando una máquina de compresión o una prueba manual, como la aplicación de presión con los dedos o una ligera carga en la muestra. El objetivo es observar cuánto resiste la muestra sin romperse o desmoronarse.
- **Presencia de arcilla:**
 - Se toma una pequeña y se disuelve en agua.
 - Luego se deja reposar durante 24 horas.

- Después de este tiempo, se observa el sedimento: si las partículas finas se han depositado en el fondo del recipiente, es indicativo de la presencia de arcilla.
- El tamaño y la cantidad del sedimento formado puede ayudar a estimar el contenido de arcilla en la mezcla.

Análisis del Resultado:

- Si la muestra de barro resiste bien la presión sin quebrarse o desmoronarse, se considera que tiene una buena resistencia seca.
- Si la muestra se rompe fácilmente con una pequeña presión, esto indica que la mezcla tiene poca cohesión o que la cantidad de arcilla es baja.
- La presencia significativa de arcilla se observará si el material es plástico antes del secado y si se desintegra con facilidad cuando se forma un bloque o pastilla. También puede observarse en el sedimento formado tras la disolución en agua.

C. Porcentaje de humedad

Influye en las características de la mezcla de barro y, por consiguiente, en la calidad de los bloques de adobe que se obtienen a partir de la producción de dicha mezcla. Para garantizar que los bloques tengan las propiedades necesarias para ser resistentes y duraderos, es necesario determinar la humedad. Esto garantiza que el proceso de producción de adobe sea eficiente.

Procedimiento:

- Obtenga una muestra de suelo representativa del que se utilizará en la producción de adobe. Además de estar libre de contaminantes, la muestra debe ser homogénea. (como piedras, raíces, o residuos orgánicos).
- Generalmente, se recomienda tomar una muestra de 200 a 500 gramos del suelo.
- Coloca en un recipiente (por ejemplo, una bandeja o cápsula de porcelana).
- Pesa cuidadosamente el recipiente con el suelo húmedo

- En 24 horas o hasta que el peso se estabilice (es decir, cuando no haya pérdida adicional de peso), coloque la muestra de suelo a una temperatura de 105 grados Celsius a 110 grados Celsius.
- El objetivo es evaporar toda el agua, dejando solo los componentes sólidos del mismo.
- Después de que la muestra se seca a fondo, extraiga del horno y permita que se enfríe.
- Pesa nuevamente la muestra después de secarla. Este es el peso seco, que corresponde al peso del suelo sin el contenido de agua.

Cálculo:

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

D. Límite de consistencia:

Son esenciales para asegurar que el material sea lo suficientemente plástico y fácil de trabajar sin que se agriete o pierda resistencia durante el proceso de secado.

Procedimiento:

Existen diferentes métodos y uno de los más comunes es el ensayo de la copa de Casagrande para determinar el límite líquido, y el ensayo de la barra de hendidura para el límite plástico. Aquí se describe el procedimiento general:

1. Límite líquido (LL):

- Toma de muestras
- La muestra debe ser homogénea y libre de impurezas.
- Colocar en la copa de Casagrande y ajusta el contenido de agua para que la mezcla sea lo suficientemente líquida como para ser fluida pero aún capaz de formar una línea visible cuando se use la herramienta.
- Copa de Casagrande: Consiste en una copa con una ranura en el centro. Se utiliza un rastreador para abrir la ranura por un movimiento de golpeteo.

- Conteo de golpes

$$L L = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

2. Límite plástico (LP):

- Una porción representativa de la mezcla de barro o suelo y amásala para obtener una masa homogénea.
- Forma una barra de barro de aproximadamente 3 a 4 mm de grosor.
- Coloca la barra sobre una superficie lisa y presiona con los dedos para formar una hendidura a lo largo de la barra.
- La barra se debe seguir extendiendo hasta que la hendidura empiece a cerrarse por sí sola debido a la consistencia del barro.
- Mantenga su plasticidad sin agrietarse ni perder su forma se considera como el límite plástico.

$$L P = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

3. Cálculo y resultados

- Límite Líquido (LL): Este límite nos indica el punto donde el material se vuelve demasiado fluido y pierde su capacidad de mantener una forma definida.
- Límite Plástico (LP): Este límite indica la transición de un estado semi-sólido a un estado plástico.

C. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Esta prueba es importante en la producción de materiales, tales adobes, ya que permite la evaluación del impacto de variables tamaños de partículas del suelo en su flexibilidad, resistencia y trabajabilidad.

Procedimiento:

- Toma una muestra representativa del suelo o barro que será analizado. La cantidad recomendada es entre 500 g y 1 kg dependiendo de la precisión requerida.
- Debe ser representativa del material que se utilizará para la fabricación de adobe.
- Si la muestra está húmeda, debe secarse antes de realizar el análisis para obtener un peso exacto y evitar interferencias del contenido de agua. El secado se puede hacer en un horno a 105°C a 110°C hasta que la muestra esté completamente seca. El conjunto de tamices (generalmente con tamaños de malla de 4.75 mm, 2.00 mm, 1.00 mm, 0.425mm, 0.250mm, 0.075mm y un recipiente de recolección o recipiente colector). La cantidad de tamices a utilizar depende del T.M.N.
- Con la malla de mayor tamaño (por ejemplo, 4.75 mm) y comienza a agitarla mecánicamente o manualmente. La agitación debe ser constante y vigorosa, permitiendo atrapadas las partículas en los tamices superiores, mientras que las partículas de menor tamaño pueden pasar a los tamices inferiores.
- Repite este proceso con cada tamiz hasta que la muestra haya pasado completamente por todos los tamices. Al final, las partículas más finas quedarán en el tamiz más pequeño (generalmente 0.075 mm), y el resto se clasificará en los tamices de malla mayor.
- Registra los resultados

D. Resistencia a compresión.

Procedimiento:

- Selección de los bloques: Se deben tomar varios bloques de adobe para asegurar la representatividad de la muestra. Los bloques deben ser de tamaño estándar y representativos.
- Secado: Los bloques deben haber sido secados adecuadamente. El tiempo de secado generalmente es de 28 días, aunque puede variar. Durante este tiempo, el adobe debe

estar a una humedad controlada para asegurar que haya alcanzado su resistencia máxima.

- Medición de las dimensiones. El cálculo del área de la sección transversal requiere que esta información sea precisa.
- Ajuste de prensa: Es importante asegurarse de que la carga se distribuya uniformemente por toda la superficie del bloque de adobe mientras lo coloca en la prensa de compresión.
- Calibración de la máquina: Asegúrese de que la prensa haya sido calibrada correctamente y esté preparada para medir la fuerza de compresión antes de introducir cualquier carga.
- Monitoreo de la carga máxima: Se debe registrar el valor máximo de carga antes de que el bloque se fracture.

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

3.9 Procesamiento y análisis de datos

Con una revisión exhaustiva de la calidad y precisión de la información recolectada. A continuación, se lleva a cabo un análisis más profundo para asegurarse de que se haya recopilado toda la información relevante y necesaria. En esta fase, se consideran todos los factores permiten generar alternativas fundamentadas y razonadas. Finalmente, los resultados obtenidos se presentan de manera clara y directa, utilizando tablas, gráficos o diagramas, con el fin de mejorar la comprensión de los datos y facilitar su aplicación práctica en el contexto de esta investigación.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

Se mezclaron diversas proporciones de polvo de hormigón reciclado y cenizas de hornos de ladrillos con el adobe tradicional con el fin de mejorar las cualidades del material, según las conclusiones de este estudio, que resume los resultados obtenidos del examen del adobe tradicional. Se hizo todo lo posible para garantizar que los resultados fueran precisos y pertinentes mediante un análisis exhaustivo. A continuación, se presentaron de acuerdo con los objetivos descritos en los apartados anteriores, así como en la secuencia que se describe:

- ✚ Se realizaron análisis para evaluar las cualidades físicas y mecánicas fabricado con materiales procedentes de la provincia de San Román.
- ✚ Como resultado del uso de polvo de hormigón reciclado y cenizas de hornos de ladrillos, se analizó y se encontró la variación en las cualidades
- ✚ Mediante la utilización de polvo de hormigón reciclado y cenizas de hornos de ladrillos, finalmente se analizó las variaciones

a) Análisis de gradación

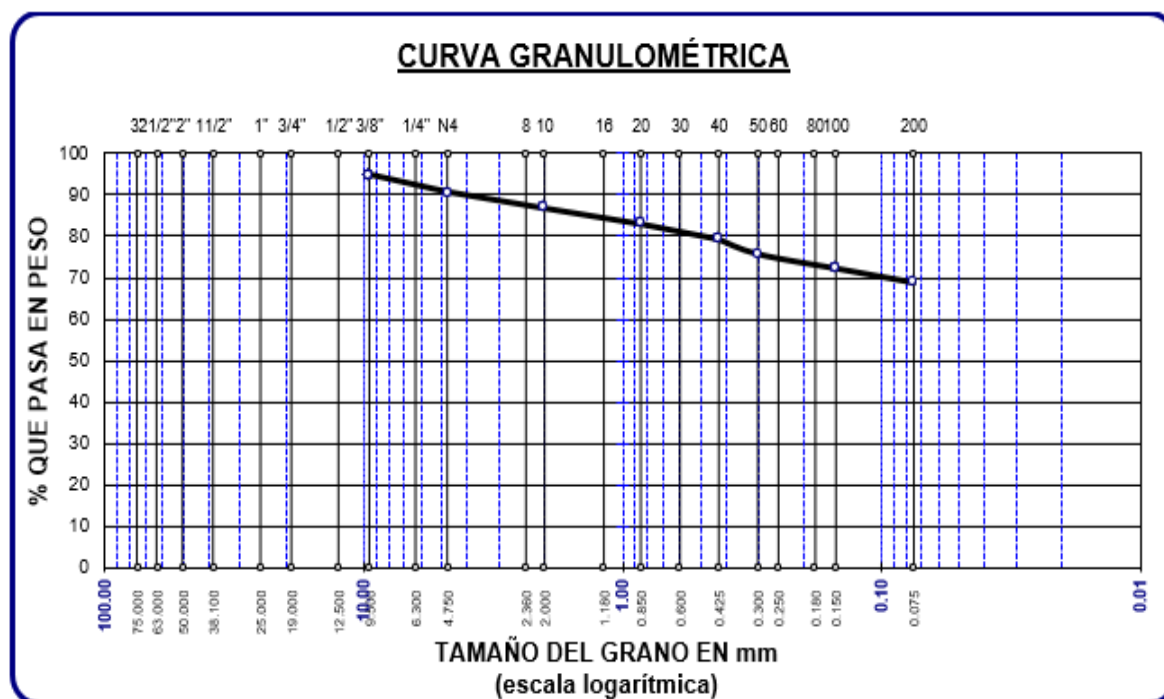
Tabla 5

Gradación - M1

Tamices ASTM	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
1/2"				100.00
3/8"	132.40	5.30	5.30	94.70
No4	104.65	4.19	9.48	90.52
No10	98.24	3.93	13.41	86.59
No20	94.45	3.78	17.19	82.81
No40	91.66	3.67	20.86	79.14
No50	88.40	3.54	24.39	75.61
No100	85.60	3.42	27.82	72.18
No200	84.90	3.40	31.21	68.79
Base	1719.70	68.79	100.00	0.00
Total	2500.00	100.00		
% Perdida	68.79			

Figura 6

Curva de gradación - M1



La ilustración representa la distribución del tamaño de grano de la primera muestra obtenida del suelo natural.

b) Límite de plasticidad**Tabla 6***Límites de consistencia*

Muestras	Límites de Atterberg		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
M-01	28.34	17.68	10.67

Aquí se muestran los valores LL, LP e IP. Estos son tres de los parámetros más importantes. Se determinó que el límite de liquidez era del 28,34 %. Por el contrario, el índice de plasticidad alcanzó el 10,67 %, mientras que el límite de plasticidad fue del 17,68 % según los datos.

c) Humedad natural**Tabla 7***Porcentaje de humedad*

% Humedad	
Muestra	Humedad (%)
M - 1	10.71

Se prestó especial atención a los niveles de humedad natural presentes en la muestra de suelo obtenida, y los resultados del análisis se presentan en la tabla siguiente. Se determinó que la cantidad de humedad natural descubierta ascendía al 10,71 %.

4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional

a) Absorción

Tabla 8

Porcentaje de absorción del AT

Muestra	Grupo de prueba	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
M – 01	A.T.	10489.00	12327.00	17.52
M – 02	A.T.	10562.00	12606.00	19.35
M – 03	A.T.	10677.00	12381.00	15.96
M – 04	A.T.	10681.00	12512.00	17.14
Promedio				17.49

La siguiente tabla presenta la proporción de adobe tradicional que fue absorbida por cada una de las cuatro muestras evaluadas, con un coeficiente de absorción promedio del 17,49 %.

b) Succión

Tabla 9

Succión del adobe

Muestra	Grupo de prueba	Dimensiones		Pesos		W (G)	Succión
		Largo (L)	Ancho (B)	P. Seco (G)	P. Saturado (G)		(Gr/min)
M - 01	A.T.	33.10	17.95	5621.00	5671.00	50.00	16.83
M - 02	A.T.	31.20	19.62	5539.00	5588.00	49.00	16.01
M - 03	A.T.	32.25	19.52	5542.00	5581.00	39.00	12.39
M - 04	A.T.	32.02	19.52	5688.00	5735.00	47.00	15.04
Promedio							15.07

En el análisis de las mediciones de succión realizadas en cuatro muestras identificadas como M-01, M-02, M-03 y M-04, obteniéndose valores de 16.83, 16.01, 12.39 y 15.04 gr/min, respectivamente. El análisis de estos datos permitió determinar un valor promedio de 15.07 g/min, lo que proporciona una referencia representativa del comportamiento global de las muestras evaluadas.

c) Variación dimensional

Tabla 10

Variación dimensional - alto

Muestra	Grupo de prueba	Alto (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T.	9.75	9.75	9.75	9.57	9.71	2.95
M-02	A.T.	9.61	9.56	9.71	9.78	9.67	3.35
M-03	A.T.	9.58	9.69	9.67	9.65	9.65	3.53
M-04	A.T.	9.60	9.77	9.63	9.82	9.71	2.95
Promedio de la variación							3.19

La evaluación de la variación dimensional en las muestras de adobe evidenció que, estas experimentaron cambios relativamente uniformes, registrando un promedio general del 3.19%.

Tabla 11

Variación dimensional - ancho

Muestra	Grupo de prueba	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T.	19.76	19.77	19.64	19.80	19.74	1.29
M-02	A.T.	19.71	19.84	19.77	19.74	19.77	1.18
M-03	A.T.	19.79	19.88	19.88	19.86	19.85	0.74
M-04	A.T.	19.84	19.77	19.48	19.68	19.69	1.54
Promedio de la variación							1.18

La evaluación de la variación dimensional en las muestras de adobe evidenció que, , estas experimentaron cambios relativamente uniformes, registrando un promedio general del 1.18%.

Tabla 12

Variación dimensional - largo

Muestra	Grupo de prueba	Largo (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T.	31.81	31.90	31.62	31.79	31.78	0.69
M-02	A.T.	31.84	31.71	31.84	31.74	31.78	0.68
M-03	A.T.	31.97	31.87	31.83	31.69	31.84	0.50
M-04	A.T.	31.78	31.86	32.05	32.10	31.95	0.16
Promedio de la variación							0.51

La evaluación de la variación dimensional en las muestras de adobe evidenció que, estas experimentaron cambios relativamente uniformes, registrando un promedio general del 0.51%.

d) Alabeo

Tabla 13

Alabeo del adobe

Muestra	Grupo de prueba	Cara.A		Cara.B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	A.T.	5.50	0	4.50	0
M-02	A.T.	4.50	0	6.00	0
M-03	A.T.	3.00	0	4.50	0
M-04	A.T.	4.00	0	3.50	0
Promedio (mm)		4.25	0	4.63	0
Concavidad promedio (mm)			4.44		
Alabeo promedio (mm)			4.44		

El análisis del alabeo en los segmentos del adobe tradicional permitió identificar valores diferenciados para las deformaciones de tipo cóncavo y convexo. En conjunto, las mediciones obtenidas indicaron que, en promedio, las muestras presentaron un alabeo de 4.44 mm, lo que ofrece un indicador general del grado de curvatura que puede manifestar este material bajo las condiciones evaluadas.

e) Resistencia a compresión**Tabla 14***Compresión - adobe tradicional - 12 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT	12	640.00	8542.72	13.35
M-02	AT	12		9364.48	14.63
M-03	AT	12		7605.12	11.88
M-04	AT	12		8822.40	13.79
Promedio					13.41

Transcurridos 12 días de secado natural, las unidades de adobe tradicional alcanzaron un nivel de endurecimiento suficiente para su ensayo mecánico. En esta etapa, la evaluación de la resistencia a la compresión arrojó un valor promedio de 13.41 kg/cm², reflejando el comportamiento estructural del material una vez estabilizada su humedad.

Tabla 15*Compresión - adobe tradicional - 20 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-1	AT	20	640.00	10516.48	16.43
M-2	AT	20		9852.16	15.39
M-3	AT	20		11534.72	18.02
M-4	AT	20		11048.96	17.26
Promedio					16.78

Transcurridos 20 días de secado natural, las unidades de adobe tradicional alcanzaron un nivel de endurecimiento suficiente para su ensayo mecánico. En esta etapa, la evaluación de la resistencia arrojó un valor promedio de 16.78 kg/cm², reflejando el comportamiento estructural del material una vez estabilizada su humedad.

Tabla 16

Compresión - adobe tradicional - 28 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-1	AT	28	640.00	13676.16	21.37
M-2	AT	28		14387.84	22.48
M-3	AT	28		11822.08	18.47
M-4	AT	28		12711.04	19.86
Promedio					20.55

Transcurridos 28 días de secado natural, las unidades de adobe tradicional alcanzaron un nivel de endurecimiento suficiente para su ensayo mecánico. En esta etapa, la evaluación de la resistencia arrojó un valor promedio de 20.55 kg/cm², reflejando el comportamiento estructural del material una vez estabilizada su humedad.

4.1.2 Variación de las propiedades físicas del adobe con la aplicación de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros

4.1.2.1. Propiedades físicas del Adobe Tradicional + Polvo de concreto reciclado

a) Porcentaje de absorción del Adobe tradicional + 5% PCR

Tabla 17

Porcentaje de absorción - AT + 5% PCR

Muestra	Grupo de prueba	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
M-01	AT + 5% PCR	11391.00	13224.00	16.09
M-02	AT + 5% PCR	11370.00	13531.00	19.01
M-03	AT + 5% PCR	11542.00	13565.00	17.53
M-04	AT + 5% PCR	11221.00	13071.00	16.49
Promedio				17.28

La evaluación de la absorción de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una absorción promedio de 17.28%.

b) Porcentaje de absorción de adobe tradicional con 10% PCR**Tabla 18***Porcentaje de absorción del AT + 10% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
M-01	A.T.+ 10% PCR	11265	13236	17.50
M-02	A.T.+ 10% PCR	11481	13322	16.04
M-03	A.T.+ 10% PCR	11397	13241	16.18
M-04	A.T. + 10% PCR	11229	13264	18.12
Promedio				16.96

La evaluación de la absorción de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 10%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una absorción promedio de 16.96%.

c) Porcentaje de absorción de adobe tradicional con 15% PCR**Tabla 19***Absorción del AT + 15% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
M-1	AT + 15% PCR	11362.00	13318.00	17.22
M-2	AT + 15% PCR	11508.00	13439.00	16.78
M-3	AT + 15% PCR	11592.00	13354.00	15.20
M-4	AT + 15% PCR	11249.00	13277.00	18.03
Promedio				16.81

La evaluación de la absorción de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 15%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una absorción promedio de 16.81%.

 Succión del Adobe tradicional + 5% PCR**Tabla 20***Nivel de succión del AT + 5% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Dimensiones		Pesos		W (G)	Succión (Gr/min)
		Largo (L)	Ancho (B)	P. Seco (G)	P. Saturado (G)		
M-1	AT + 5% PCR	32.04	19.74	5687.09	5732.56	45.47	14.38
M-2	AT + 5% PCR	31.82	19.85	5641.58	5683.24	41.66	13.19
M-3	AT + 5% PCR	31.78	19.24	5473.45	5521.18	47.73	15.61
M-4	AT + 5% PCR	32.16	19.30	5751.73	5802.49	50.76	16.36
Promedio							14.88

Se muestra el comportamiento de la succión de agua en las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 5%, se analizaron cuatro muestras, alcanzando un valor promedio de 14.88 gr/min.

 Succión del AC + 10% PCR**Tabla 21***Nivel de succión del AT + 10% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Dimensiones		Pesos		W (G)	Succión (Gr/min)
		Largo (L)	Ancho (B)	P. Seco (G)	P. Saturado (G)		
M-1	AT + 10% PCR	31.85	19.74	5725.74	5771.19	45.45	14.46
M-2	AT + 10% PCR	32.03	19.85	5631.53	5673.44	41.91	13.18
M-3	AT + 10% PCR	32.00	20.00	5431.26	5480.62	49.36	15.42
M-4	AT + 10% PCR	31.82	19.81	5765.38	5812.81	47.43	15.05
Promedio							14.53

Aquí se presenta una demostración del comportamiento de absorción de agua de muestras de adobe, a las que se ha añadido polvo de hormigón reciclado en una proporción del diez

por ciento en cada muestra. Tras examinar cuatro muestras, se obtuvo un valor medio de 14,53 gramos por minuto.

Succión del AT + 15% PCR

Tabla 22

Succión del AT + 15% PCR

Muestra	Grupo de prueba	Dimensiones		Pesos		W (G)	Succión (Gr/min)
		Largo (L)	Ancho (B)	P. Seco (G)	P. Saturado (G)		
M-1	AT + 15% PCR	31.85	20.02	5674.62	5720.59	45.97	14.42
M-2	AT + 15% PCR	32.00	19.94	5634.23	5677.67	43.44	13.62
M-3	AT + 15% PCR	32.07	19.87	5739.55	5786.15	46.60	14.63
M-4	AT + 15% PCR	31.97	19.96	5675.76	5719.93	44.17	13.84
Promedio							14.13

Se muestra el comportamiento de la succión de agua en las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 15%, se analizaron cuatro muestras, alcanzando un valor promedio de 14.13 gr/min.

f) Variación dimensional del AT + 5% PCR

Tabla 23

Variación dimensional del AT + 5% PCR

Muestra	Grupo de prueba	Alto (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 5% PCR	9.75	9.57	9.70	9.79	9.70	2.97
M-02	A.T. + 5% PCR	9.61	9.69	9.81	9.83	9.74	2.65
M-03	A.T. + 5% PCR	9.56	9.85	9.76	9.94	9.78	2.23
M-04	A.T. + 5% PCR	9.91	9.66	8.94	9.71	9.56	4.45
Promedio de la variación							3.08

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de altura promedio de 3.08%.

Tabla 24*Variación dimensional del AT + 5% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 5% PCR	18.90	19.77	19.51	19.26	19.36	3.20
M-02	A.T. + 5% PCR	19.69	19.43	19.28	19.51	19.48	2.61
M-03	A.T. + 5% PCR	19.34	19.75	19.86	19.20	19.54	2.31
M-04	A.T. + 5% PCR	18.76	19.43	19.75	19.32	19.32	3.43
Promedio de la variación							2.89

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de ancho promedio de 2.89%.

Tabla 25*Variación dimensional del AT + 5% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Largo (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 5% PCR	32.03	32.01	32.04	32.04	32.03	-0.09
M-02	A.T. + 5% PCR	31.95	32.11	31.98	31.91	31.99	0.04
M-03	A.T. + 5% PCR	31.91	31.99	32.04	31.86	31.95	0.16
M-04	A.T. + 5% PCR	32.15	32.04	32.10	32.01	32.08	-0.23
Promedio de la variación							-0.03

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de largo promedio de -0.03%.

g) Variación dimensional del AT + 10% PCR**Tabla 26***Variación dimensional del AT + 10% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Alto (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 10% PCR	9.54	9.41	9.57	9.81	9.58	4.18
M-02	A.T. + 10% PCR	9.77	9.76	9.94	9.71	9.80	2.05
M-03	AT + 10% PCR	9.06	9.83	9.77	9.95	9.65	3.48
M-04	AT + 10% PCR	9.87	9.78	9.56	9.70	9.73	2.73
Promedio de la variación							3.11

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 10%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de altura promedio de 3.11%.

Tabla 27*Variación dimensional del AT + 10% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 10% PCR	20.02	19.84	19.89	20.02	19.94	0.29
M-02	A.T. + 10% PCR	19.95	20.07	19.86	19.93	19.95	0.24
M-03	AT + 10% PCR	19.81	19.91	20.02	20.01	19.94	0.31
M-04	AT + 10% PCR	20.01	19.98	19.94	19.73	19.92	0.42
Promedio de la variación							0.32

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 10%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de ancho promedio de 0.32%.

Tabla 28*Variación dimensional del AT + 10% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Largo (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 10% PCR	32.05	31.83	32.12	31.84	31.96	0.12
M-02	A.T. + 10% PCR	31.88	32.06	32.09	32.07	32.03	-0.08
M-03	AT + 10% PCR	32.14	32.11	31.87	31.92	32.01	-0.03
M-04	AT + 10% PCR	32.01	31.85	32.05	31.93	31.96	0.12
Promedio de la variación							0.04

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 10%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de largo promedio de 0.04%.

h) Variación dimensional del AT + 15% PCR**Tabla 29***Variación dimensional del AT + 15% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Alto (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 15% PCR	9.78	9.86	9.48	9.97	9.77	2.27
M-02	A.T. + 15% PCR	9.06	9.83	9.72	9.98	9.65	3.52
M-03	AT + 15% PCR	9.74	9.95	9.29	8.99	9.49	5.08
M-04	AT + 15% PCR	9.57	9.97	9.91	9.85	9.83	1.75
Promedio de la variación							3.16

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 15%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de altura promedio de 3.16%.

Tabla 30*Variación dimensional del AT + 15% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 15% PCR	19.94	20.05	20.12	19.99	20.03	-0.12
M-02	A.T. + 15% PCR	20.08	19.95	20.07	18.98	19.77	1.15
M-03	AT + 15% PCR	20.14	19.89	19.86	20.07	19.99	0.05
M-04	AT + 15% PCR	19.89	20.08	19.95	19.87	19.95	0.26
Promedio de la variación							0.33

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 15%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de ancho promedio de 0.33%.

Tabla 31*Variación dimensional del AT + 15% PCR*

Muestra	Grupo de prueba	Largo (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	AT + 15% PCR	32.01	32.10	31.89	31.88	31.97	0.09
M-02	AT + 15% PCR	31.78	31.89	32.06	32.03	31.94	0.19
M-03	AT + 15% PCR	32.12	31.76	31.81	32.01	31.93	0.23
M-04	AT + 15% PCR	31.93	32.13	32.09	31.70	31.96	0.12
Promedio de la variación							0.16

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de polvo de concreto reciclado en proporción de 15%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de altura promedio de 0.16%.

Alabeo del AT + PCR

Tabla 32

Ensayo alabeo del AT + 5% PCR

Muestra	Grupo de prueba	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	AT + 5% PCR	2.50	0	4.00	0
M-02	AT + 5% PCR	4.00	0	3.50	0
M-03	AT + 5% PCR	3.00	0	5.00	0
M-04	AT + 5% PCR	5.50	0	4.50	0
Promedio (mm)		3.75	0	4.25	0
Concavidad promedio(mm)			4.00		
Alabeo promedio(mm)			4.00		

La evaluación del alabeo en las unidades de adobe elaboradas con una adición del 5 % de polvo de concreto reciclado evidenció la ausencia de deformaciones convexas. Esto se atribuye a que el proceso de desmoldado, efectuado mediante un levantamiento uniforme desde la base sobre una superficie plana, obteniendo así un alabeo de 4.00 mm.

Tabla 33

Ensayo alabeo del AT + 10% PCR

Muestra	Grupo de prueba	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	AT + 10% PCR	3.50	0	3.50	0
M-02	AT + 10% PCR	6.00	0	5.50	0
M-03	AT + 10% PCR	3.00	0	4.00	0
M-04	AT + 10% PCR	4.00	0	3.00	0
Promedio (mm)		4.13	0	4.00	0
Concavidad promedio(mm)			4.06		
Alabeo promedio(mm)			4.06		

La evaluación del alabeo en las unidades de adobe elaboradas con una adición del 10 % de polvo de concreto reciclado evidenció la ausencia de deformaciones convexas. Esto se

atribuye a que el proceso de desmoldado, efectuado mediante un levantamiento uniforme desde la base sobre una superficie plana, obteniendo así un alabeo de 4.06 mm.

Tabla 34

Ensayo alabeo del AT + 15% PCR

Muestra	Grupo de prueba	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	AT + 15% PCR	3.00	0	4.00	0
M-02	AT + 15% PCR	4.00	0	3.50	0
M-03	AT + 15% PCR	3.50	0	4.50	0
M-04	AT + 15% PCR	5.00	0	4.00	0
Promedio (mm)		3.88	0	4.00	0
Concavidad promedio(mm)			3.94		
Alabeo promedio(mm)			3.94		

La evaluación del alabeo en las unidades de adobe elaboradas con una adición del 15 % de polvo de concreto reciclado evidenció la ausencia de deformaciones convexas. Esto se atribuye a que el proceso de desmoldado, efectuado mediante un levantamiento uniforme desde la base sobre una superficie plana, obteniendo así un alabeo de 3.94 mm.

4.1.2.2. Propiedades físicas del adobe tradicional + Cenizas de hornos ladrilleros

a) Absorción del AT + 3.5% CHL

Tabla 35

Porcentaje de absorción del AT + 3.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
M-01	A.T. + 3.50% CHL	11234	13451	19.73
M-02	A.T. + 3.50% CHL	11162	12643	13.27
M-03	A.T. + 3.50% CHL	11454	13239	15.58
M-04	A.T. + 3.50% CHL	11423	13666	19.64
Promedio				17.06

Se muestra la evaluación de la absorción de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 3.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una absorción promedio de 17.06%.

b) Absorción del AT + 6.5% CHL**Tabla 36***Porcentaje de absorción del AT + 6.5% CHL*

Muestra	Grupo de prueba	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
M-01	A.T. + 6.50% CHL	11428	13212	15.61
M-02	A.T. + 6.50% CHL	11584	13665	19.66
M-03	A.T. + 6.50% CHL	11053	13967	17.32
M-04	A.T. + 6.50% CHL	11976	13571	14.53
Promedio				16.78

Se muestra la evaluación de la absorción de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 6.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una absorción promedio de 16.78%.

c) Absorción del AT + 9.5% CHL**Tabla 37***Porcentaje de absorción del AT + 9.5% CHL*

Muestra	Grupo de prueba	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
M-01	A.T. + 9.5% CHL	11498	13631	18.55
M-02	A.T. + 9.5% CHL	11492	13244	15.25
M-03	A.T. + 9.5% CHL	11679	13557	16.08
M-04	A.T. + 9.5% CHL	11784	13514	14.68
Promedio				16.14

Se muestra la evaluación de la absorción de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 9.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una absorción promedio de 16.14%.

Succión del AT + 3.5% CHL

Tabla 38

Succión del AT + 3.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Dimensiones		Pesos		W (G)	Succión (Gr/min)
		Largo (L)	Ancho (B)	P. Seco (G)	P. Saturado (G)		
M-01	AT + 3.5% CHL	31.96	20.02	5833.64	5873.63	39.99	12.50
M-02	AT + 3.5% CHL	32.02	19.91	5796.19	5841.47	45.28	14.21
M-03	AT + 3.5% CHL	32.00	19.88	5688.27	5739.68	51.41	16.16
M-04	AT + 3.5% CHL	31.94	20.00	5793.44	5844.71	51.27	16.05
Promedio							14.73

Se muestra la evaluación de la succión de agua en las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 3.5%, se analizaron cuatro muestras, alcanzando un valor promedio de 14.88 gr/min.

Succión del AT + 6.5% CHL

Tabla 39

Niveles de succión del AT + 6.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Dimensiones		Pesos		W (G)	Succión (Gr/min)
		Largo (L)	Ancho (B)	P. Seco (G)	P. Saturado (G)		
M-1	AT + 6.5% CHL	32.04	19.74	5687.39	5748.54	61.15	19.34
M-2	AT + 6.5% CHL	31.82	19.85	5639.44	5683.71	44.27	14.02
M-3	AT + 6.5% CHL	31.78	19.24	5542.71	5576.74	34.03	11.13

M-4	AT + 6.5% CHL	32.16	19.30	5751.52	5790.23	38.71	12.47
Promedio							14.24

Se muestra la evaluación de la succión de agua en las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 6.5%, se analizaron cuatro muestras, alcanzando un valor promedio de 14.24 gr/min.

Succión del AT + 9.5% CHL

Tabla 40

Niveles de succión del AT + 9.5% CHL

Muestra	Descripción de la muestra	Dimensiones		Pesos		W (G)	Succión (Gr/min)
		Largo (L)	Ancho (B)	P. Seco (G)	P. Saturado (G)		
M-1	AT + 9.5% CHL	31.85	20.02	5839.62	5876.09	36.47	11.44
M-2	AT + 9.5% CHL	32.00	19.94	5844.21	5863.53	19.32	6.06
M-3	AT + 9.5% CHL	32.07	19.87	5768.85	5834.77	65.92	20.69
M-4	AT + 9.5% CHL	31.97	19.96	5918.64	5974.36	55.72	17.46
Promedio							13.91

Se muestra la evaluación de la succión de agua en las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 9.5%, se analizaron cuatro muestras, alcanzando un valor promedio de 13.91 gr/min.

a) Variación dimensional del AT + 3.5% CHL

Tabla 41

Variación dimensional del AT + 3.50% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Alto (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	AT + 3.5% CHL	9.88	9.81	9.61	9.77	9.77	2.33
M-2	AT + 3.5% CHL	9.79	9.87	9.86	9.90	9.86	1.45
M-3	AT + 3.5% CHL	9.87	9.66	9.81	9.95	9.82	1.77

M-4	AT + 3.5% CHL	9.74	9.89	9.74	9.59	9.74	2.60
Promedio de la variación							2.04

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 3.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de altura promedio de 2.04%.

Tabla 42

Variación dimensional del AT + 3.50% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	AT + 3.5% CHL	19.93	18.88	20.06	19.97	19.71	1.45
M-2	AT + 3.5% CHL	20.06	19.81	19.95	19.08	19.73	1.38
M-3	AT + 3.5% CHL	18.97	19.87	20.08	20.15	19.77	1.16
M-4	AT + 3.5% CHL	20.13	18.79	19.62	20.11	19.66	1.69
Promedio de la variación							1.42

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 3.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de ancho promedio de 1.42%.

Tabla 43

Variación dimensional del AT + 3.50% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Largo (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	AT + 3.5% CHL	31.75	32.01	31.86	31.88	31.88	0.39
M-2	AT + 3.5% CHL	32.06	31.69	31.89	31.96	31.90	0.31
M-3	AT + 3.5% CHL	31.89	32.13	32.11	31.77	31.98	0.08
M-4	AT + 3.5% CHL	32.04	31.92	32.02	31.78	31.94	0.19
Promedio de la variación							0.24

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 3.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de largo promedio de 0.24%.

b) Variación dimensional del AT + 6.5% CHL

Tabla 44

Variación dimensional del AT + 6.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Alto (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	A.T. + 6.5% CHL	9.85	9.76	9.95	9.61	9.79	2.08
M-2	A.T. + 6.5% CHL	9.66	9.91	9.82	9.87	9.82	1.85
M-3	A.T. + 6.5% CHL	9.89	9.73	9.79	9.80	9.80	1.98
M-4	A.T. + 6.5% CHL	9.72	9.92	9.68	9.79	9.78	2.23
Promedio de la variación							2.03

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 6.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de altura promedio de 2.03%.

Tabla 45

Variación dimensional del AT + 6.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	A.T. + 6.5% CHL	18.95	19.86	19.81	19.97	19.65	1.76
M-2	A.T. + 6.5% CHL	19.80	19.95	19.85	19.69	19.82	0.89
M-3	A.T. + 6.5% CHL	19.84	19.71	19.91	19.72	19.80	1.03

M-4	A.T. + 6.5% CHL	18.82	19.9	19.83	19.94	19.62	1.89
Promedio de la variación							1.39

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 6.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de ancho promedio de 1.39%.

Tabla 46

Variación dimensional del AT + 6.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Largo (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	A.T. + 6.5% CHL	31.74	32.04	31.85	32.02	31.91	0.27
M-2	A.T. + 6.5% CHL	32.05	31.80	32.06	31.82	31.93	0.21
M-3	A.T. + 6.5% CHL	32.08	31.75	31.77	32.00	31.90	0.31
M-4	A.T. + 6.5% CHL	31.79	32.06	32.04	31.68	31.89	0.34
Promedio de la variación							0.28

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 6.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de largo promedio de 0.28%.

c) Variación dimensional del AT + 9.5% CHL

Tabla 47

Variación dimensional del AT + 9.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Alto (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	A.T. + 9.5% CHL	9.79	9.77	9.62	8.97	9.54	4.63
M-2	A.T. + 9.5% CHL	9.75	8.85	9.96	9.90	9.62	3.85
M-3	A.T. + 9.5% CHL	9.91	9.66	8.97	9.65	9.55	4.53
M-4	A.T. + 9.5% CHL	8.93	9.93	9.92	9.83	9.65	3.48
Promedio de la variación							4.12

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 9.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de altura promedio de 4.12%.

Tabla 48*Variación dimensional del AT + 9.5% CHL*

Muestra	Grupo de prueba	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-01	A.T. + 9.5% CHL	20.01	19.81	19.84	19.97	19.91	0.46
M-02	A.T. + 9.5% CHL	19.70	20.08	20.00	18.65	19.61	1.96
M-03	A.T. + 9.5% CHL	19.86	18.97	18.94	20.03	19.45	2.75
M-04	A.T. + 9.5% CHL	20.02	19.83	19.73	19.92	19.88	0.63
Promedio de la variación							1.45

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 9.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de ancho promedio de 1.45%.

Tabla 49*Variación dimensional del AT + 9.5% CHL*

Muestra	Grupo de prueba	Largo (cm)				Promedio	V (%)
		M-1	M-2	M-3	M-4		
M-1	AT + 9.5% CHL	32.02	31.89	32.11	31.81	31.96	0.13
M-2	AT + 9.5% CHL	31.79	31.82	31.80	32.09	31.88	0.39
M-3	AT + 9.5% CHL	31.74	32.01	32.02	31.83	31.90	0.31
M-4	AT + 9.5% CHL	32.00	31.83	31.79	31.81	31.86	0.45
Promedio de la variación							0.32

Mostramos las medidas de la variación dimensional de las muestras de adobe con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en proporción de 9.5%, se analizaron cuatro muestras, obteniendo una variación de largo promedio de 0.32%.

Alabeo del AT + CHL

Tabla 50

Alabeo del AT + 3.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	A.T. + 3.50% CHL	4.00	0	5.00	0
M-02	A.T. + 3.50% CHL	3.00	0	3.00	0
M-03	A.T. + 3.50% CHL	5.00	0	5.00	0
M-04	A.T. + 3.50% CHL	4.00	0	2.60	0
Promedio (mm)		4.00	0	3.90	0
Concavidad promedio(mm)			3.95		
Alabeo promedio(mm)			3.95		

La evaluación del alabeo en las unidades de adobe elaboradas con una adición del 3.5 % de ceniza de hornos ladrilleros evidenció la ausencia de deformaciones convexas. Esto se atribuye a que el proceso de desmoldado, efectuado mediante un levantamiento uniforme desde la base sobre una superficie plana, obteniendo así un alabeo de 3.95 mm.

Tabla 51

Alabeo del AT + 6.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	A.T. + 6.50% CHL	4.00	0	4.00	0
M-02	A.T. + 6.50% CHL	5.00	0	3.80	0
M-03	A.T. + 6.50% CHL	3.00	0	4.00	0
M-04	A.T. + 6.50% CHL	4.50	0	4.50	0
Promedio (mm)		4.13	0	4.08	0
Concavidad promedio (mm)			4.10		
Alabeo promedio (mm)			4.10		

La evaluación del alabeo en las unidades de adobe elaboradas con una adición del 6.5 % de ceniza de hornos ladrilleros evidenció la ausencia de deformaciones convexas. Esto se atribuye a que el proceso de desmoldado, efectuado mediante un levantamiento uniforme desde la base sobre una superficie plana, obteniendo así un alabeo de 4.10 mm.

Tabla 52

Alabeo del AT + 9.5% CHL

Muestra	Grupo de prueba	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	AT + 9.5% CHL	6.00	0	3.00	0
M-02	AT + 9.5% CHL	5.00	0	4.00	0
M-03	AT + 9.5% CHL	4.00	0	5.00	0
M-04	AT + 9.5% CHL	1.00	0	2.00	0
Promedio (mm)		4.00	0	3.50	0
Concavidad promedio (mm)			3.75		
Alabeo promedio (mm)			3.75		

La evaluación del alabeo en las unidades de adobe elaboradas con una adición del 9.5 % de ceniza de hornos ladrilleros evidenció la ausencia de deformaciones convexas. Esto se atribuye a que el proceso de desmoldado, efectuado mediante un levantamiento uniforme desde la base sobre una superficie plana, obteniendo así un alabeo de 3.75 mm.

4.1.3 Variación de las propiedades mecánicas del adobe con la aplicación de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros

a) Resistencia compresión del AT + PCR

Tabla 53

Compresión adobe + 5% PCR - 12 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm ²)
M-01	AT + 5% PCR	12	640.00	9879.04	15.44
M-02	AT + 5% PCR	12		8145.28	12.73
M-03	AT + 5% PCR	12		9505.28	14.85
M-04	AT + 5% PCR	12		10416.64	16.28

Promedio**14.83**

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 5 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 14.83 kg/cm² tras 12 días de secado.

Prueba a los 20 días:**Tabla 54***Comprensión adobe + 5% PCR - 20 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 5% PCR	20	640.00	11098.24	17.34
M-02	AT + 5% PCR	20		12328.96	19.26
M-03	AT + 5% PCR	20		10053.12	15.71
M-04	AT + 5% PCR	20		12812.16	20.02
Promedio					18.08

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 5 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 18.08 kg/cm² tras 20 días de secado.

Prueba a los 28 días:**Tabla 55***Comprensión adobe + 5% PCR - 28 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 5% PCR	28	640.00	13776.64	21.53
M-02	AT + 5% PCR	28		15027.84	23.48
M-03	AT + 5% PCR	28		12485.76	19.51
M-04	AT + 5% PCR	28		15651.84	24.46
Promedio					22.25

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 5 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 22.25 kg/cm² tras 28 días de secado.

Prueba a los 12 días:

Tabla 56

Comprensión adobe + 10% PCR - 12 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 10% PCR	12	640.00	10782.08	16.85
M-02	AT + 10% PCR	12		9569.92	14.95
M-03	AT + 10% PCR	12		10081.92	15.75
M-04	AT + 10% PCR	12		11917.44	18.62
Promedio					16.54

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 10 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 16.54 kg/cm² tras 12 días de secado.

Prueba a los 20 días:

Tabla 57

Comprensión adobe + 10% PCR - 20 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 10% PCR	20	640.00	12762.88	19.94
M-02	AT + 10% PCR	20		12979.84	20.28
M-03	AT + 10% PCR	20		14639.36	22.87
M-04	AT + 10% PCR	20		13658.88	21.34
Promedio					21.11

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 10 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 21.11 kg/cm² tras 20 días de secado.

Prueba a los 28 días:

Tabla 58

Comprensión adobe + 10% PCR - 28 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 10% PCR	28	640.00	16296.32	25.46
M-02	AT + 10% PCR	28		15197.44	23.75
M-03	AT + 10% PCR	28		16885.76	26.38
M-04	AT + 10% PCR	28		17336.96	27.09
Promedio					25.67

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 10 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 25.67 kg/cm² tras 28 días de secado.

Prueba a los 12 días:

Tabla 59

Comprensión del AT + 15% PCR - 12 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 15% PCR	12	640.00	9999.36	15.62
M-02	AT + 15% PCR	12		10548.48	16.48
M-03	AT + 15% PCR	12		12264.32	19.16
M-04	AT + 15% PCR	12		11668.48	18.23
Promedio					17.37

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 15 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 17.37 kg/cm² tras 12 días de secado.

Prueba a los 20 días:

Tabla 60

Comprensión del AT + 15% PCR - 20 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 15% PCR	20	640.00	14304.64	22.35
M-02	AT + 15% PCR	20		15759.36	24.62
M-03	AT + 15% PCR	20		13685.76	21.38
M-04	AT + 15% PCR	20		12110.72	18.92
Promedio					21.82

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 15 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 21.82 kg/cm² tras 20 días de secado.

Prueba a los 28 días:

Tabla 61

Comprensión del AT + 15% PCR - 28 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-1	AT + 15% PCR	28	640.00	16932.48	26.46
M-2	AT + 15% PCR	28		15918.08	24.87
M-3	AT + 15% PCR	28		16401.28	25.63
M-4	AT + 15% PCR	28		17633.92	27.55
Promedio					26.13

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 15 % de adición de polvo de concreto reciclado evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 26.13 kg/cm² tras 28 días de secado.

b) Resistencia compresión del AT + Ceniza de hornos ladrilleros.

Prueba a los 12 días:

Tabla 62

Compresión adobe + 3.5% CHL - 12 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 3.5% CHL	12	640.00	8717.44	13.62
M-02	AT + 3.5% CHL	12		9784.96	15.29
M-03	AT + 3.5% CHL	12		11228.80	17.55
M-04	AT + 3.5% CHL	12		9519.36	14.87
Promedio					15.33

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 3.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 15.33 kg/cm² tras 12 días de secado.

Prueba a los 20 días:

Tabla 63

Compresión adobe + 3.5% CHL - 20 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm ²)
M-1	AT + 3.5% CHL	20	640.00	11560.96	18.06
M-2	AT + 3.5% CHL	20		11213.44	17.52
M-3	AT + 3.5% CHL	20		12650.88	19.77

M-4	AT + 3.5% CHL	20	13070.72	20.42
Promedio				18.94

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 3.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 18.94 kg/cm² tras 20 días de secado.

Prueba a los 28 días:

Tabla 64

Comprensión adobe + 3.5% CHL - 28 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-1	AT + 3.5% CHL	28	640.00	14373.76	22.46
M-2	AT + 3.5% CHL	28		15774.72	24.65
M-3	AT + 3.5% CHL	28		16881.92	26.38
M-4	AT + 3.5% CHL	28		12713.60	19.87
Promedio					23.34

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 3.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 23.34 kg/cm² tras 28 días de secado.

Prueba a los 12 días:

Tabla 65

Comprensión adobe + 6.5% CHL - 12 días

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm ²)
M-01	AT + 6.5% CHL	12	640.00	9368.96	14.64
M-02	AT + 6.5% CHL	12		11418.88	17.84
M-03	AT + 6.5% CHL	12		10072.32	15.74
M-04	AT + 6.5% CHL	12		12584.32	19.66

Promedio**16.97**

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 6.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 16.97 kg/cm² tras 12 días de secado.

Prueba a los 20 días:**Tabla 66***Comprensión adobe + 6.5% CHL - 20 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-1	AT + 6.5% CHL	20	640.00	15763.84	24.63
M-2	AT + 6.5% CHL	20		13980.80	21.85
M-3	AT + 6.5% CHL	20		13224.32	20.66
M-4	AT + 6.5% CHL	20		14821.12	23.16
Promedio					22.58

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 6.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 22.58 kg/cm² tras 20 días de secado.

Prueba a los 28 días:**Tabla 67***Comprensión adobe + 6.5% CHL - 28 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm ²)
M-1	AT + 6.5% CHL	28	640.00	17137.92	26.78
M-2	AT + 6.5% CHL	28		18138.88	28.34
M-3	AT + 6.5% CHL	28		17167.36	26.82
M-4	AT + 6.5% CHL	28		15997.44	25.00

Promedio**26.74**

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 6.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 26.74 kg/cm² tras 28 días de secado.

Prueba a los 12 días:**Tabla 68***Comprensión adobe + 9.5% CHL - 12 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-01	AT + 9.5% CHL	12	640.00	10529.28	16.45
M-02	AT + 9.5% CHL	12		12719.36	19.87
M-03	AT + 9.5% CHL	12		9996.80	15.62
M-04	AT + 9.5% CHL	12		13143.04	20.54
Promedio					18.12

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 9.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 18.12 kg/cm² tras 12 días de secado.

Prueba a los 20 días:**Tabla 69***Comprensión adobe + 9.5% CHL - 20 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm ²)
M-1	AT + 9.5% CHL	20	640.00	16677.12	26.06
M-2	AT + 9.5% CHL	20		15927.04	24.89
M-3	AT + 9.5% CHL	20		14819.84	23.16
M-4	AT + 9.5% CHL	20		13774.72	21.52

Promedio**23.91**

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 9.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 23.91 kg/cm² tras 20 días de secado.

Prueba a los 28 días:**Tabla 70***Compresión adobe + 9.5% CHL - 28 días*

Muestra	Grupo de prueba	Edad (días)	Área bruta (cm2)	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm2)
M-1	AT + 9.5% CHL	28	640.00	18835.84	29.43
M-2	AT + 9.5% CHL	28		15691.52	24.52
M-3	AT + 9.5% CHL	28		18396.80	28.75
M-4	AT + 9.5% CHL	28		19597.44	30.62
Promedio					28.33

El análisis de la resistencia a la compresión en las piezas de adobe con un 9.5 % de adición de ceniza de hornos ladrilleros evidenció un comportamiento fluctuante, alcanzando un valor medio de 28.33 kg/cm² tras 28 días de secado.

4.1.3.1. Comparativa de adobe tradicional y con la adición de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros

a) Comparativo de la absorción**Tabla 71***Comparativo de porcentajes de absorción del adobe***Absorciones del adobe**

Grupo de prueba	Absorción (%)
Adobe tradicional	17.49
AT + 5% PCR	17.28
AT + 10% PCR	16.96
AT + 15% PCR	16.81
AT + 3.5% CHL	17.06
AT + 6.5% CHL	16.78
AT + 9.5% CHL	16.14

Figura 7

Comportamiento de la absorción del adobe con PCR

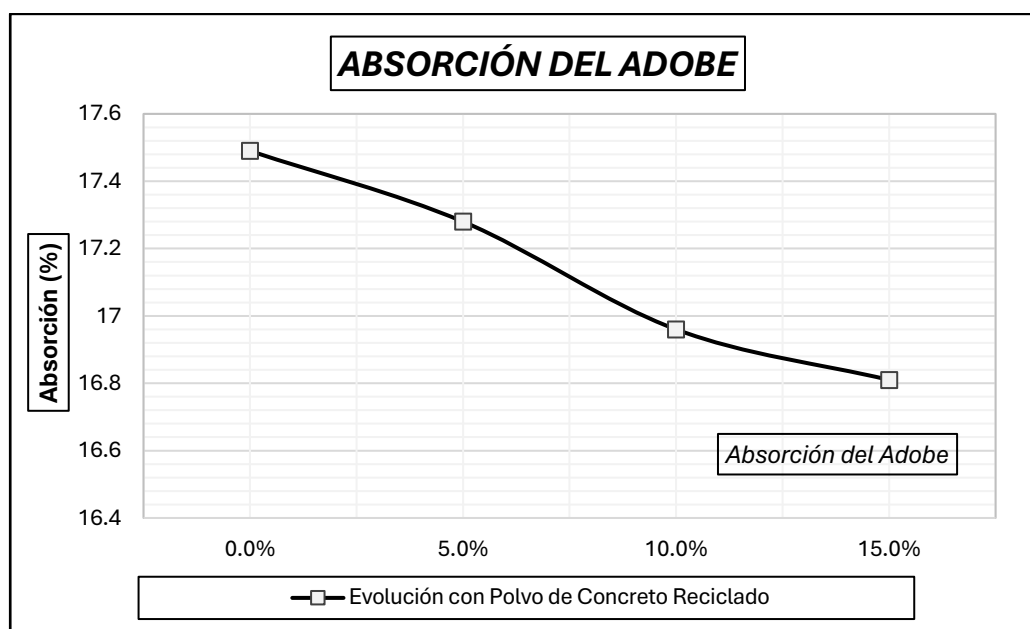
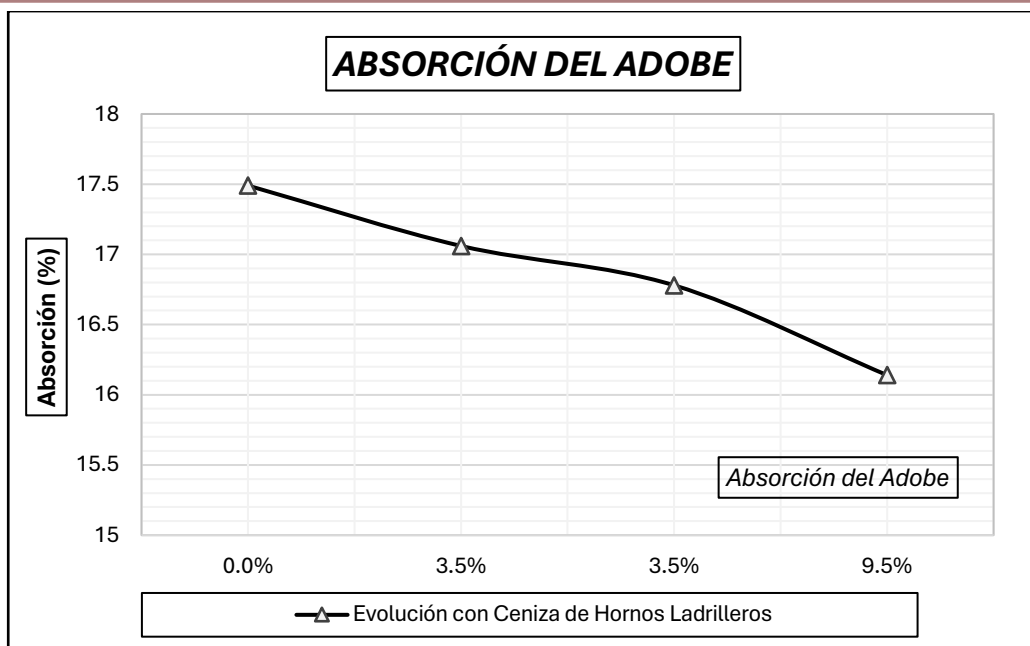


Figura 8

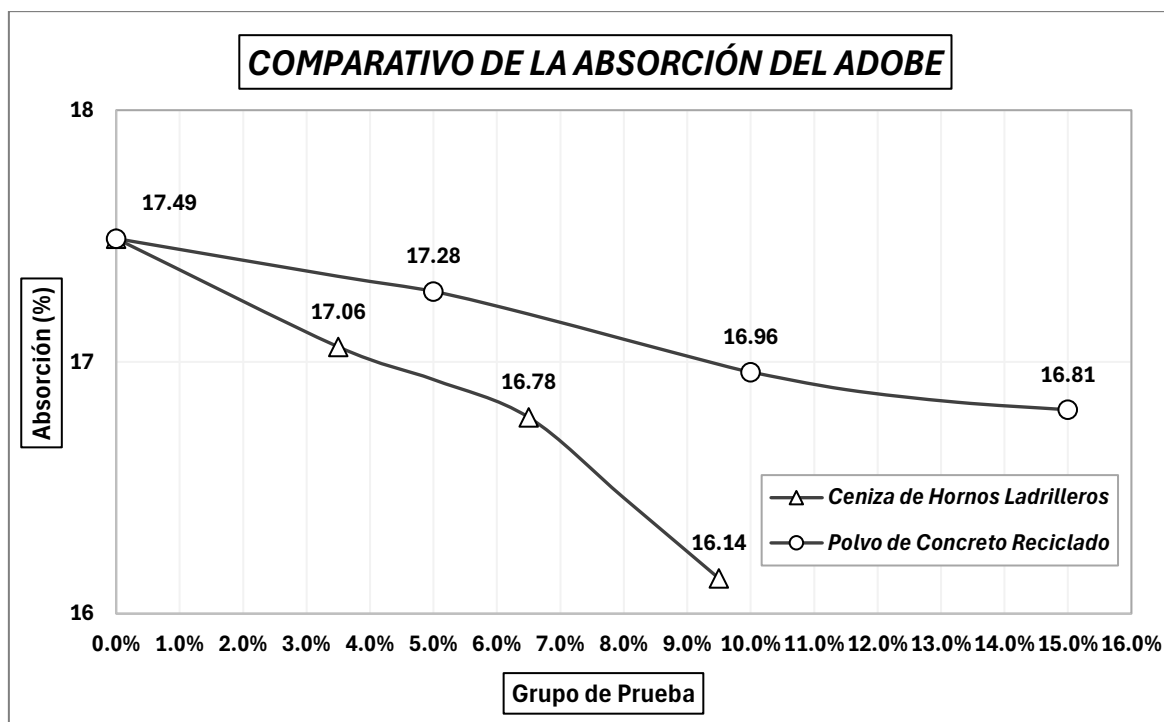
Comportamiento de la absorción del adobe con CHL



El análisis presentado en la figura expone los resultados obtenidos sobre la absorción del adobe. Según los datos observados, se puede concluir que la incorporación de polvo de concreto reciclado, así como de cenizas provenientes de hornos ladrilleros, genera una reducción moderada en la capacidad de absorción del adobe.

Figura 9

Comparativo de la absorción del adobe con PCR y CHL



b) Comparativo de niveles de succión

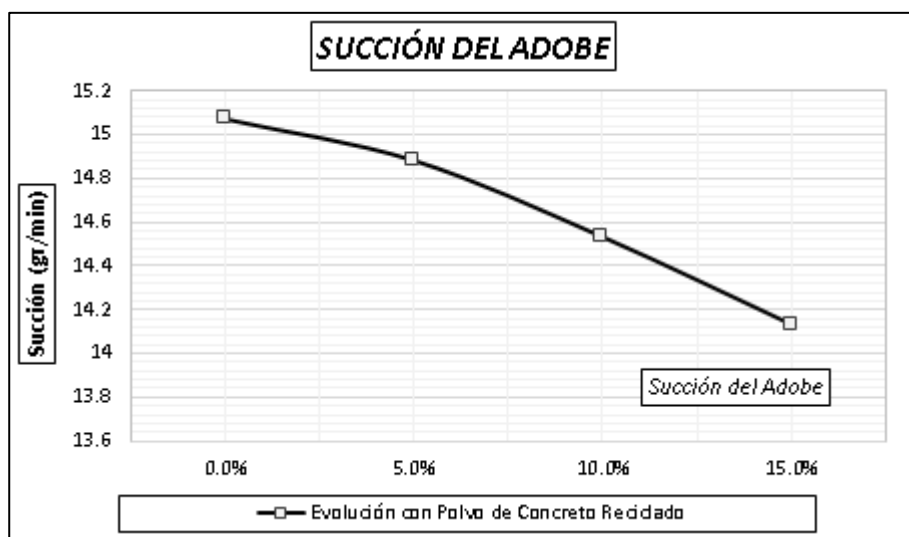
Tabla 72

Comparativo de la succión

Succión	
Grupo de prueba	Succión (gr/min)
Adobe tradicional	15.07
AT + 5% PCR	14.88
AT + 10% PCR	14.53
AT + 15% PCR	14.13
AT + 3.5% CHL	14.73
AT + 6.5% CHL	14.24
AT + 9.5% CHL	13.91

Figura 10

Comportamiento de niveles de succión del adobe con PCR

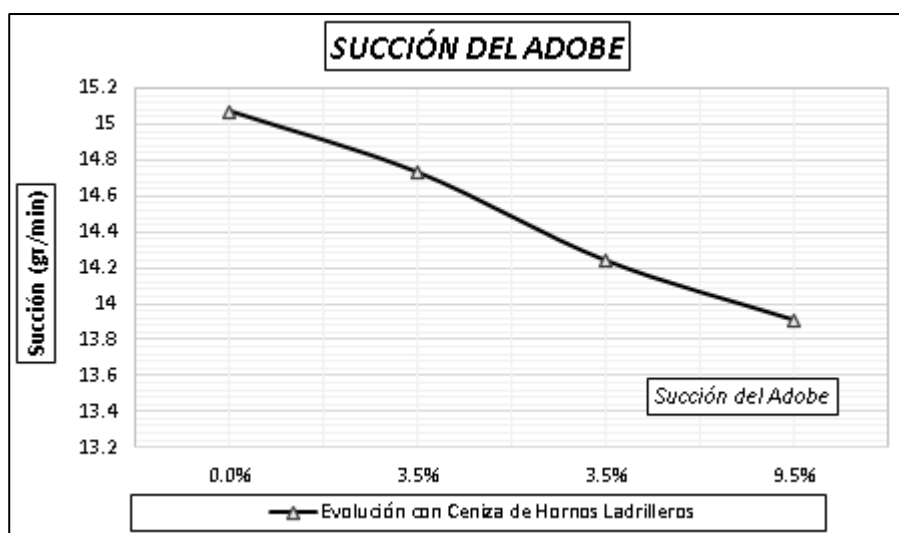


La figura presentada ofrece un análisis detallado de los resultados obtenidos respecto a la succión de agua del adobe. Según los datos obtenidos, se observa que la incorporación de polvo de concreto reciclado en la mezcla de adobe produce una disminución

significativa en la propiedad de succión, esto se debe a que el material reciclado al ser menos poroso que el adobe tradicional, reducen la porosidad general del material.

Figura 11

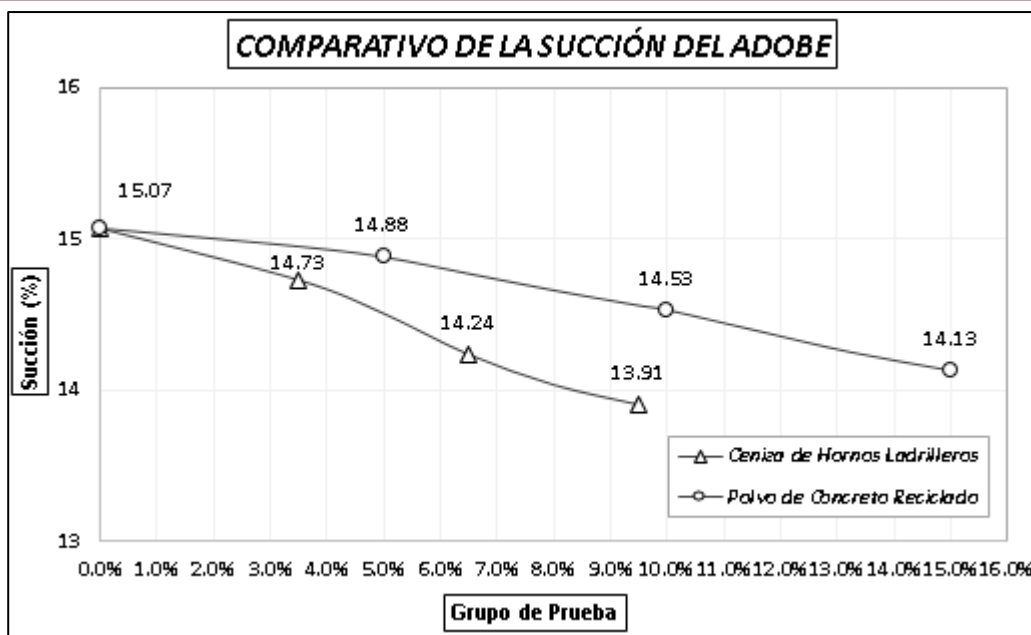
Comportamiento de niveles de succión del adobe con CHL



La figura presentada ofrece un análisis detallado de los resultados obtenidos respecto a la succión de agua del adobe. Según los datos obtenidos, se observa que la incorporación de ceniza de hornos ladrilleros en la mezcla de adobe produce una disminución significativa en la propiedad de succión, esto se debe a que el material reciclado al ser menos poroso que el adobe tradicional, reducen la porosidad general del material.

Figura 12

Comparativo de niveles de succión del adobe con PCR y CHL



La figura presenta la comparación de los resultados obtenidos en la evaluación del adobe al incorporar ceniza de hornos ladrilleros y polvo de concreto reciclado, evidenciándose una disminución en los valores para ambas adiciones.

c) Comparativo de la variación dimensional

Tabla 73

Comparativo de la variación dimensional del adobe

Variación dimensional del adobe

Grupo de prueba	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
Adobe tradicional	3.19	1.18	0.51
AT + 5% PCR	3.08	2.89	-0.03
AT + 10% PCR	3.11	0.32	0.04
AT + 15% PCR	3.16	0.33	0.16
AT + 3.5% CHL	2.04	1.42	0.24
AT + 6.5% CHL	2.03	1.39	0.28
AT + 9.5% CHL	4.12	1.45	0.32

Figura 13

Comportamiento de la variación dimensional del adobe con PCR

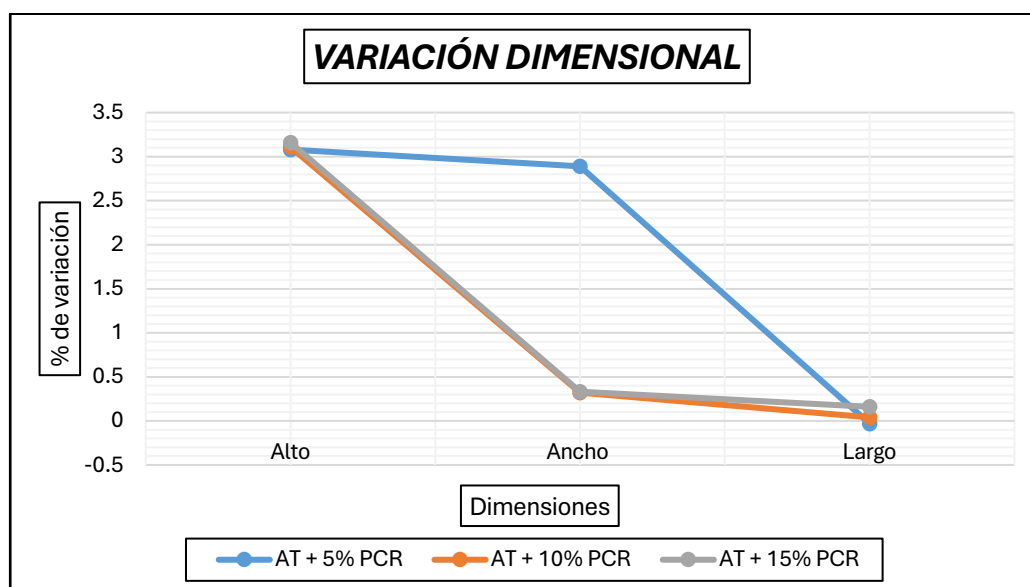
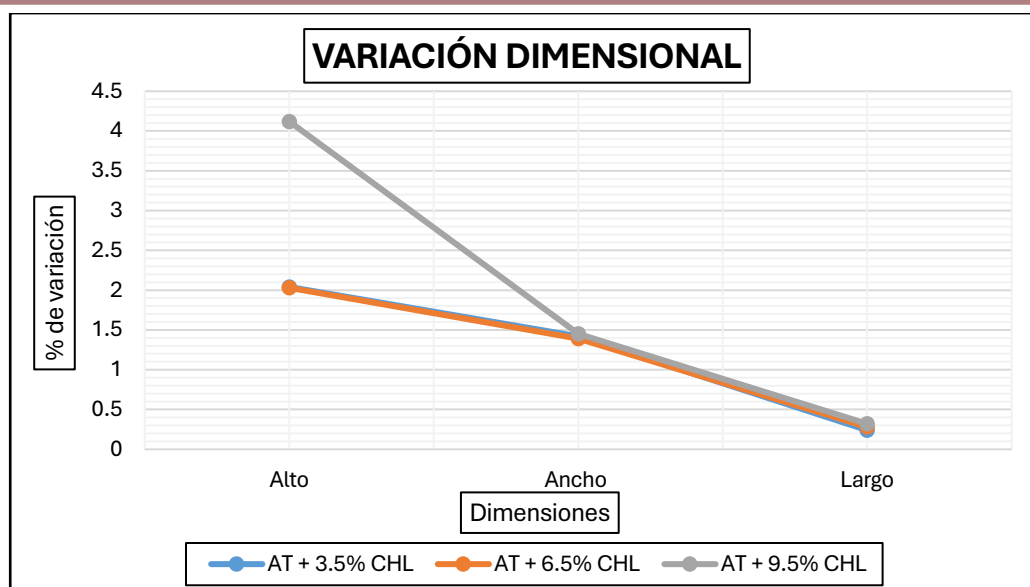


Figura 14

Comportamiento de la variación dimensional del adobe con CHL



El análisis realizado sobre la variación dimensional del adobe evidenció que la incorporación de polvo de concreto reciclado y de cenizas procedentes de hornos ladrilleros genera alteraciones perceptibles en las dimensiones finales de los adobes. Estos cambios pueden estar asociados a la interacción de los aditivos con la matriz de arcilla, afectando el comportamiento de retracción durante el secado y, por ende, la estabilidad y uniformidad de la mezcla empleada en la elaboración de los adobes.

d) Comparativo de resistencia a compresión

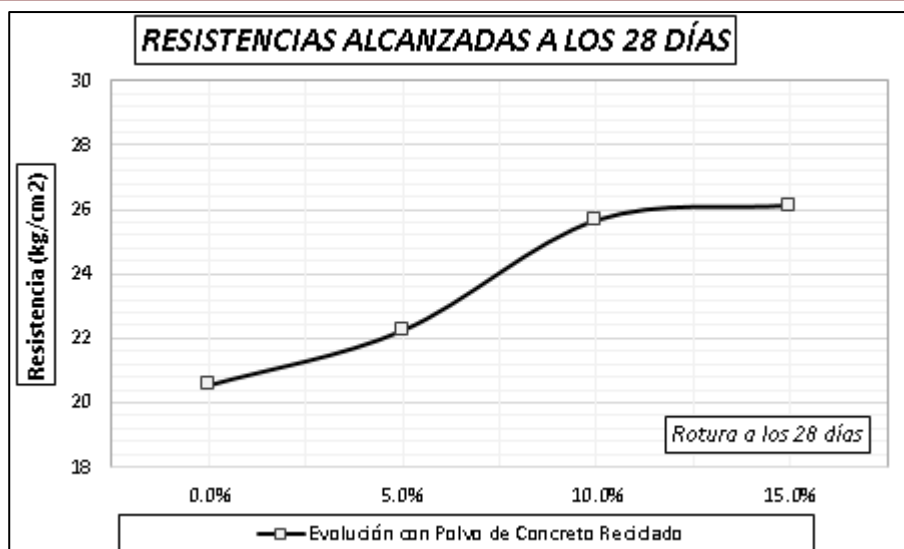
Tabla 74

Comparativo de la resistencia a la compresión del adobe

Resistencia a la compresión del adobe			
Grupo de prueba	12 días	20 días	28 días
Adobe tradicional	13.41	16.78	20.55
AT + 5% PCR	14.83	18.08	22.25
AT + 10% PCR	16.54	21.11	25.67
AT + 15% PCR	17.37	21.82	26.13
AT + 3.5% CHL	15.33	18.94	23.34
AT + 6.5% CHL	16.97	22.58	26.74
AT + 9.5% CHL	18.12	23.91	28.33

Figura 15

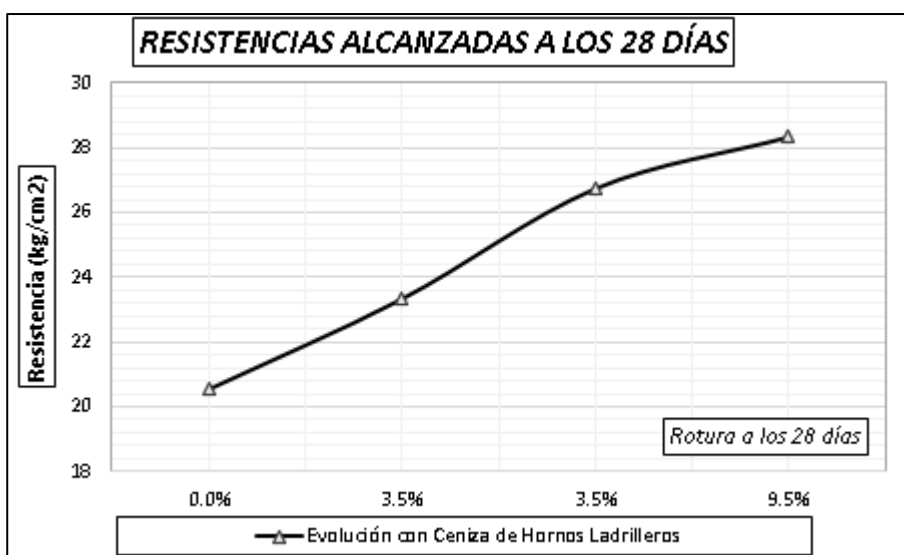
Caracterización promedio de resistencia a la compresión - adobe con PCR



Se evidenció que la incorporación de polvo de concreto reciclado proveniente de demoliciones genera un incremento notable en la resistencia a la compresión, es especial a los 28 días de secado, donde se llega a obtener una resistencia promedio de 26.13 kg/cm² con 15% de polvo de concreto.

Figura 16

Caracterización promedio de resistencia a la compresión - adobe con CHL

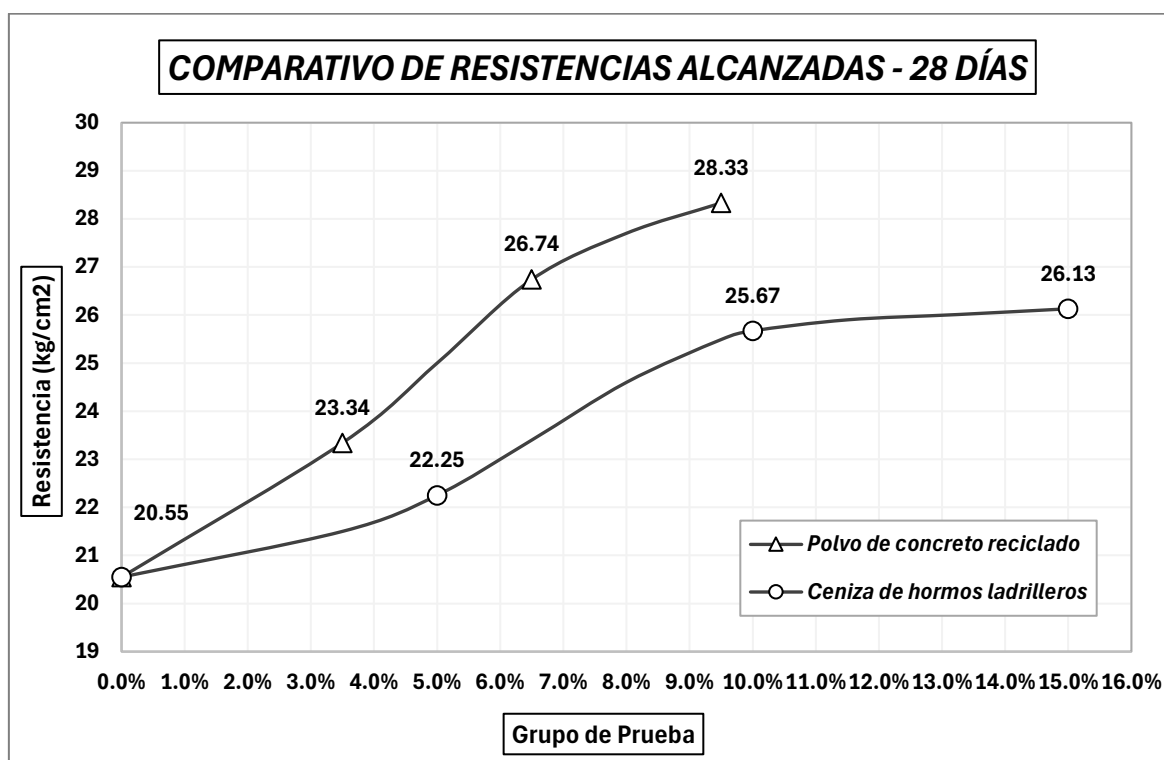


El análisis de la resistencia a la compresión del adobe, realizado tras períodos de secado de 12, 20 y 28 días, evidenció que la aplicación de ceniza de hornos ladrilleros ocasiona un incremento notable en la resistencia a la compresión, es especial a los 28 días de

secado, donde se llega a obtener una resistencia promedio de 28.33 kg/cm² con 9.5% de cenizas.

Figura 17

Caracterización promedio de resistencia a la compresión - adobe con PCR y CHL



La figura presenta la comparación de los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión del adobe a los 28 días de secado, evidenciando que tanto la adición de ceniza de hornos ladrilleros como la de polvo de concreto reciclado generan un incremento en la resistencia.

4.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en este estudio muestran propiedades físicas y mecánicas consistentes con investigaciones previas sobre el uso de adobe tradicional. Según González y Díaz (2023), las propiedades como la humedad natural, absorción y

succión son variables importantes para determinar la idoneidad del adobe en la construcción, con valores de humedad en torno al 10-12%, similares a los encontrados en este estudio para la provincia de San Román (10.57%). Además, la resistencia a la compresión de los adobes en este estudio fue de 20.55 kg/cm², lo que está dentro de los rangos reportados por Sandoval (2021), quienes indicaron que los valores de resistencia a la compresión para adobes sin estabilizantes suelen estar entre 15 y 25 kg/cm². Esto confirma que el adobe tradicional de la provincia de San Román cumple con los requisitos mínimos para la construcción de viviendas.

Al añadir polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros, se observó una disminución significativa en la capacidad de absorción y succión del adobe, lo que se alinea con los hallazgos de Luque (2022), quienes reportaron que el polvo de concreto reciclado puede reducir la porosidad y mejorar la densificación del adobe, disminuyendo la absorción de agua. Además, Gonzáles y Díaz (2023) sugirieron que la adición de cenizas de hornos ladrilleros reduce la capacidad de succión debido a la mayor densidad del material. Contribuye a mejorar la estabilidad dimensional y las propiedades físicas del adobe, lo que lo hace más adecuado para regiones con alta humedad.

La incorporación de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros mostró una mejora notable en la resistencia a la compresión del adobe, lo cual es consistente con las investigaciones de Vásquez y Morales (2021), lo que refuerza la estructura del adobe. Similarmente, Guerrero (2019) reportaron que las cenizas de hornos ladrilleros aumentan la resistencia a la compresión al actuar como un material adicional que rellena los poros del adobe, haciéndolo más denso. Aquí se presenta una demostración del comportamiento de absorción de agua de muestras de adobe, a las que se ha añadido polvo de hormigón reciclado en una proporción del diez por ciento en cada



muestra. Tras examinar cuatro muestras, se obtuvo un valor medio de 14,53 gramos por minuto.

CONCLUSIONES

General, el adobe tradicional elaborado con materiales locales de la provincia de San Román cumple con los requisitos básicos de calidad, y su desempeño físico y mecánico puede mejorarse significativamente mediante la incorporación de polvo de concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros, logrando una mayor estabilidad, menor absorción

y succión, así como un incremento notable en la resistencia a la compresión, siendo ambas adiciones alternativas sostenibles y eficaces para optimizar las propiedades del adobe.

Primera, las propiedades del adobe tradicional producidas con materiales propios de la provincia de San Román muestran resultados de la humedad natural del 10.57%, una absorción del 17.49% y una succión de 15.07 Gr/min, con una variación dimensional de 3.19(altura), 1.18(ancho) y 0.51(largo), con un alabeo de 4.44 mm. Finalmente la resistencia a la compresión a los 28 días de secado alcanzó un valor de 20.55 kg/cm². Estos resultados demuestran que el adobe producido cumple, al menos de manera mínima, con los requisitos básicos de calidad.

Segunda, las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo de concreto reciclado en porciones de 5%, 10% y 15% sobre la absorción del adobe mostró un promedio de absorción de 17.02%, la succión del adobe dio un promedio de 14.51 gr/min, la variación promedio del adobe en altura 3.12%, ancho 1.18, y longitud 0.06%, y finalmente el alabeo promedio del adobe 4.00 mm. En contraste, con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en porciones de 3.5%, 6.5% y 9.5% sobre la absorción del adobe mostró un promedio de absorción de 16.66%, la succión del adobe dio un promedio de 14.29 gr/min, la variación promedio del adobe en altura 2.73%, ancho 1.42, y longitud 0.28%, y finalmente el alabeo promedio del adobe 3.93 mm. Estos resultados evidencian que las CHL mejoran la estabilidad y las propiedades físicas del adobe.

Tercera, las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo de concreto reciclado en porciones de 5%, 10% y 15% sobre la resistencia a compresión del adobe, luego de los 28 días de secado alcanzo valores de 22.25, 25.67 y 26.13 kg/cm². Mientras que con la adición de cenizas de hornos ladrilleros en porciones de 3.5%, 6.5% y 9.5% sobre la resistencia a compresión del adobe, luego de los 28 días de secado alcanzo valores de 23.34, 26.74 y 28.33 kg/cm². Estos resultados indican que tanto el PCR como las CHL incrementan de manera significativa la resistencia a la compresión del adobe.



RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda a futuros tesisistas que continúen en esta línea de investigación priorizar el uso de cenizas de hornos ladrilleros (CHL), ya que en los resultados obtenidos demostraron un mayor incremento en la resistencia a la compresión del adobe respecto al

polvo de concreto reciclado, manteniendo además buenas propiedades físicas y estabilidad dimensional.

Segunda, a futuras líneas de investigación, se recomienda realizar un análisis exhaustivo de las propiedades del material utilizando diversos métodos y herramientas, tales como ensayos de humedad, absorción, succión y resistencia a la compresión. Además, es importante tomar en cuenta las variaciones en las propiedades de acuerdo con las condiciones climáticas locales, ya que estas pueden influir en la calidad del adobe.

Tercera, para los futuros investigadores, se recomienda utilizar la proporción de 15% para el polvo de concreto reciclado y también el 9.5% para las cenizas de hornos ladrilleros, ya que a mayores cantidades podría afectar las propiedades físicas del adobe. Además, se sugiere realizar estudios de campo que permitan observar cómo estos materiales impactan el comportamiento del adobe en condiciones climáticas reales.

Cuarta, a los futuros tesisistas, se recomienda realizar una serie de ensayos de resistencia a la compresión en diferentes periodos de secado, ya que la evolución de la resistencia del material a lo largo del tiempo es crucial para su uso en la construcción. Además, será importante estudiar el comportamiento del adobe con estos aditivos bajo condiciones de carga y estrés para evaluar su desempeño en estructuras reales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, J. (2019). *Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera Bella Vista de Tunja - Boyacá*. Colombia: Universidad Santo Tomás Sede Tunja. Obtenido de



<https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/a1ec5a05-a77c-4ba4-b4ae-84cfbcf2e4d3/content>

Baraya, S. (2022). *Adobe: el material reciclable más sostenible*. Perú. Obtenido de <https://www.archdaily.pe/pe/944575/adobe-el-material-reciclable-mas-sostenible>

Brito, J., & Santamaría, N. (2021). *Elaboración del adobe sostenible*. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de https://revistas.uazuay.edu.ec/flip/daya/11/daya_11_04.pdf

Budini, F., & Clauren, V. (2019). *Evaluación del potencial puzolánico del polvo de ladrillo y puzolanas naturales*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de <https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/541/437>

Candenas, J., & Lizana, J. (2024). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas del adobe adicionado con ladrillo reciclado*. Lima - Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ed0cd666-a5be-4b4d-9f40-41e858e0e6bb/content>

Cedeño et al. (2022). *Cenizas de hornos artesanales utilizadas como adición en la elaboración de ladrillos*. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/4957-25847-1-PB.pdf

Creswell, J. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage. Obtenido de https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf

Garcia et al. (2020). *Ventajas y desventajas del adobe*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de https://www.google.com/search?q=upao&sca_esv=41a53a54b5bc3fc7&rlz=1C1CHBD_esPE1050PE1050&biw=1004&bih=937&ei=o3ObaMjIK-6f1sQP5I7naQ&gs_ssp=eJzj4tLP1TdINy2yNDA2YPRiKS1IzAcALVoE7g&oq=upao&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiBHVwYW8qAggAMgsQLhiABBixAxiDATILEC4YgAQYxwE



- Gerrero, L. (2021). *Potencial ecológico de la edificación con adobe*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Obtenido de file:///C:/Downloads/Dialnet-PotencialEcologicoDeLaEdificacionConAdobe-5217043.pdf
- Gerrero, M. (2019). *Alternativas de estabilización del adobe para disminuir su contracción volumétrica y agrietamiento*. Colombia: Universidad de los Andes. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/1efc566e-b412-4d79-9561-e1fa6960c806/content>
- Gimeno, F. (2021). *La construcción de adobe más antigua de América emerge en Perú con 5.500 años*. Obtenido de <https://www.swissinfo.ch/spa/la-construcci%C3%B3n-de-adobe-m%C3%A1s-antigua-de-am%C3%A9rica-emerge-en-per%C3%BA-con-5-500-a%C3%B1os/47143722>
- Gomez, E. (2020). *Propiedades físicas y químicas del adobe*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/578658034/Propiedades-Fisicas-y-Quimicas-Del-Adobe>
- Gonzáles, A., & Diaz, C. (2023). *Resistencia a compresión y flexión del adobe tradicional reutilizando residuos de ladrillo de arcilla provenientes de la demolición de obras, de Cajamarca*. Cajamarca - Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Diaz%20Vera,%20Carlos%20Nau%20-%20Gonz%C3%A1lez%20Escalante,%20Antuanet%20Sof%C3%ADa.pdf
- Hernández et al. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Jave, L., & Ocampo, K. (2024). *Uso del polvo del ladrillo reciclado como reemplazo del cemento de concreto*. Trujillo: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/162425/B_Jave_CL-SH-Ocampo_CKL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Luque, C. (2023). *Qué es el adobe*. Obtenido de <https://sacosa.es/adobe-material-de-construccion/>
- Luque, H. (2022). *Análisis de las propiedades físico mecánicas del Adobe con incorporación de agregados reciclados en la Ciudad de Juliaca, Puno*. Perú: Universidad César Vallejo.
- Machaca, M. (2022). *Características del adobe*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/377950757/Caracteristicas-Del-Adobe>
- Maldonado, G. (2023). *Ceniza de eucalipto con tratamiento termico, modificado en medio alcalino para la remoción del níquel y cadmio en soluciones ideales*. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b9cf5b79-0e5b-4595-9710-a30458649064/content>
- Medina, D. (2021). *Norma E. 080 Diseño y construcción con tierra reforzada*. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/583763479/NORMA-E-080-Construccion-Con-Tierra-Reforzada>
- Ospina et al. (2020). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con asfalto reciclado*. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Patton, M. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. Sage. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=ovAkBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=P1&dq=Patton,+M.+Q.+\(2015\).+Qualitative+Research+%26+Evaluation+Methods:+Integrating+Theory+and+Practice&ots=ZSYY8uyIH_&sig=J1IN8E-HAJCiSFK7DFx-Kxrs0dk#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=ovAkBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=P1&dq=Patton,+M.+Q.+(2015).+Qualitative+Research+%26+Evaluation+Methods:+Integrating+Theory+and+Practice&ots=ZSYY8uyIH_&sig=J1IN8E-HAJCiSFK7DFx-Kxrs0dk#v=onepage&q&f=false)
- Pérez et al. (2019). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un agregado de concreto reciclado*. México. Obtenido de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt514.pdf>



Sandoval, G. (2021). *Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con ceniza de carbón y cal*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Vallejos, D. (2023). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporando fibras de polietileno*. Perú: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Vallejos%20Peltroche%20Debora%20Gianelly.pdf

Vásquez y Morales. (2021). *Estudio sobre la resistencia a la compresión del adobe con aditivos reciclados*.



ANEXOS

Anexo. Matriz de consistencia

Título de la tesis: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuáles son las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román 2025?	Objetivo General: Evaluar las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román 2025.	Hipótesis General: Las propiedades del adobe tradicional con empleo de polvo de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román 2025, mejorarán de forma significativa.	Variable Independiente POLVO DE CONCRETO RECICLADO Dimensiones: <i>Proporciones de PCR en 5%, 10%, 15%</i> CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS Dimensiones: <i>Proporciones de CHL en 3.5%, 6.5%, 9.5%</i>	Fichas de control de calidad de laboratorio
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de San Román? ¿Cuál es la variación de las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román? ¿Cuál es la variación de las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la incorporación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de San Román. Determinar la variación de las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román. Determinar la variación de las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la incorporación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román.	La propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producidas con materiales propios en la provincia de San Román, cumplen mínimamente con las especificaciones recomendadas. Las propiedades físicas del adobe tradicional con la aplicación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román, las CHL tendrá mejores resultados. Las propiedades mecánicas del adobe tradicional con la incorporación de polvo concreto reciclado y cenizas de hornos ladrilleros en la provincia de San Román, incrementarán de manera significativa.		
			Variable Dependiente PROPIEDADES DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO Dimensiones: <i>Propiedades físicas</i> <i>Propiedades mecánicas</i>	Equipos y herramientas de laboratorio.

Anexo B. Panel Fotográfico

Fotografía N° 01: Recolección de muestras de las cenizas de hornos ladrilleros



Fotografía N° 02: Ceniza de hornos ladrilleros



Fotografía N° 02: Pesado de la muestra para la elaboración del adobe



Fotografía N° 03: Obtención de la muestra polvo de concreto reciclado



Fotografía N° 04: Triturado manual del concreto reciclado



Fotografía N° 05: Obtención de la muestra polvo de concreto reciclado



Fotografía N° 06: Pesado de la muestra



Fotografía N° 07: Pesado de la muestra





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



PROYECTO

SOLICITANTE

LUGAR

MUESTRA

PROFUNDIDAD

FECHA

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

Bach. EDSON SURGUISPE

SAN ROMÁN

MUESTRA 1

0.15 - 90 cm

11/06/2025

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.45
SUELO SECO + TARRO	gr	85.96
PESO DEL TARRO	gr	25.37
PESO DEL AGUA	gr	6.49
PESO DEL SUELO SECO	gr	60.59
HUMEDAD %	%	10.71

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

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.51	34.24	32.27
SUELO SECO + TARRO	gr	27.85	27.92	25.94
PESO DEL TARRO	gr	8.57	8.35	8.28
PESO DEL AGUA	gr	3.66	6.32	6.33
PESO DEL SUELO SECO	gr	19.28	19.57	17.66
HUMEDAD %	%	18.98	32.29	35.84
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
22.41	20.43
20.17	18.87
9.10	8.55
2.24	1.56
11.07	10.32
20.23	15.12

LÍMITE LÍQUIDO % : 28.34

LÍMITE PLÁSTICO % : 17.68

ÍNDICE DE PLASTICIDAD % : 10.67

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

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES MELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



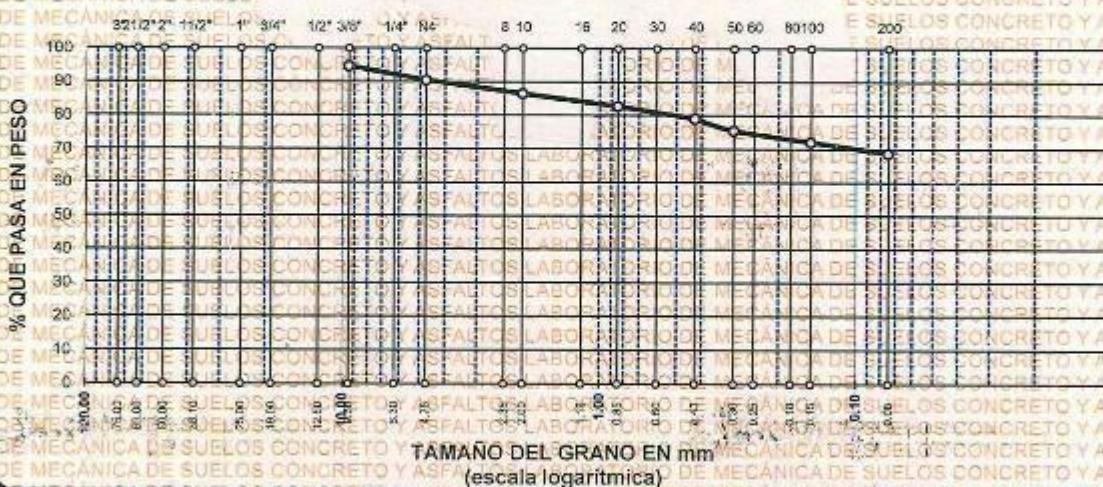
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE: Bach. EDSON SUPO QUISPE
LUGAR: SAN ROMÁN
PROGRESIVA: MUESTRA 1
MUESTRA: 0.15 - 90 mm
FECHA: 11/05/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 780.30
2"	50.000						P.P.= 1719.70
1 1/2"	38.100						% W = 10.71
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 28.34
1/2"	12.500						L.P.= 17.68
3/8"	9.500	132.40	5.30	5.30	94.70		I.P.= 10.67
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	104.65	4.19	9.48	90.52		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	96.24	3.93	13.41	86.59		D60= —
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	94.45	3.78	17.19	82.81		I.G. =
No30	0.600						SUCS : CH
No40	0.425	91.66	3.67	20.86	79.14		ASSTHO : A-7
No50	0.300	88.40	3.54	24.39	75.61		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	85.60	3.42	27.82	72.18		
No200	0.075	84.90	3.40	31.21	68.79		
BASE		1719.70	68.79	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		68.79					

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
B006-Veal-1022-57



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECIPIADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE: BACH. EDSON SUPO QUISEP
MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV
FECHA: 09/07/2025

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=	10489	10562	10677	10681
B=	12327	12606	12381	12512

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL	M - 1	10489.00	12327.00	17.52
2	ADOBE TRADICIONAL	M - 2	10562.00	12606.00	19.35
3	ADOBE TRADICIONAL	M - 3	10677.00	12381.00	15.96
4	ADOBE TRADICIONAL	M - 4	10681.00	12512.00	17.14
					17.49

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERECES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA : ADOBE + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV
FECHA : 09/07/2025

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=	11391	11370	11542	11221	
B=	13224	13531	13565	13071	

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 1	11391.00	13224.00	16.09
2	ADOBE TRADICIONAL + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 2	11370.00	13531.00	19.01
3	ADOBE TRADICIONAL + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 3	11542.00	13565.00	17.53
4	ADOBE TRADICIONAL + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 4	11221.00	13071.00	18.49
					17.28

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP/103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA : ADOBE + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV
FECHA : 09/07/2025

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 =	11265	11481	11397	11229
B =	13236	13322	13241	13264

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 1	11265.00	13236.00	17.50
2	ADOBE TRADICIONAL + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 2	11481.00	13322.00	16.04
3	ADOBE TRADICIONAL + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 3	11397.00	13241.00	16.18
4	ADOBE TRADICIONAL + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 4	11229.00	13264.00	18.12
					16.96

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



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

Dr. Arivaldo Yana Torres
CIP 703257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO
RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE: BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA: ADOBE + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA: 09/07/2025

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=	11362	11508	11592	11249	
B=	13318	13439	13354	13277	

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + 15% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 1	11362.00	13318.00	17.22
2	ADOBE TRADICIONAL + 15% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 2	11508.00	13439.00	16.78
3	ADOBE TRADICIONAL + 15% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 3	11592.00	13354.00	15.20
4	ADOBE TRADICIONAL + 15% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	M - 4	11249.00	13277.00	18.03
					16.81

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
M.S.C.A.
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP/103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACHEL EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA : ADOBE + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA : 09/07/2025

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=	11234	11162	11454	11423	
B=	13451	12643	13239	13666	

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 1	11234.00	13451.00	19.73
2	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 2	11162.00	12643.00	13.27
3	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 3	11454.00	13239.00	15.58
4	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 4	11423.00	13666.00	19.64
					17.06

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FICP - CAR INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Iana Torres
CIP/103257



UNIVERSIDAD ANDINA "RESTOR 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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE

BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA

ADOBE + 6.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA

09/07/2025

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=	11428	10584	11053	10976
B=	13212	12665	12967	12571

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 1	11428.00	13212.00	15.61
2	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 2	10584.00	12665.00	19.88
3	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 3	11053.00	12967.00	17.32
4	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 4	10976.00	12571.00	14.53
					16.78

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



UNIVERSIDAD ANDINA "RESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP: 103257



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

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE**

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECIQLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE

BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA

ADOBE + 9.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA

09/07/2025

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=	11498	11492	11679	11784	
B=	13631	13244	13557	13514	
N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 1	11498.00	13631.00	18.55
2	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 2	11492.00	13244.00	15.25
3	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 3	11679.00	13557.00	16.08
4	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	M - 4	11784.00	13514.00	14.58
					16.14

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVILDr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACH. EDBSON SUPO QUISPE

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICAS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA : 09/07/2025

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		PESOS DE ENSAYO (P)		W (g)	SUCCION
		LARGO (L)	ANCHO (B)	P seco (g)	P saturado (g)		(gr/min)
1	ADOBE TRADICIONAL	33.10	17.95	5621.00	5671.00	50.00	16.83
2	ADOBE TRADICIONAL	31.20	19.62	5539.00	5588.00	49.00	16.01
3	ADOBE TRADICIONAL	32.25	19.52	5542.00	5581.00	39.00	12.39
4	ADOBE TRADICIONAL	32.02	19.52	5688.00	5735.00	47.00	15.04
							15.07

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL $10 < S < 20$ DE SUCCION



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

Dr. Amalinda Yana Torres
C# 103207



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



ENSAYO DE SUCCION

NTP 399.613

PROYECTO EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

LUGAR LABORATORIO DE MECANICAS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA 09/07/2025

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		PESOS DE ENSAYO (P)		W (g)	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	P seco (g)	P saturado (g)		
1	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	32.04	19.74	5687.09	5732.56	45.47	14.38
2	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	31.82	19.85	5641.58	5683.24	41.66	13.19
3	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	31.78	19.24	5473.45	5521.18	47.73	15.51
4	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	32.16	19.30	5751.73	5802.49	50.76	16.36
							14.86

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 09/07/2025

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		PESOS DE ENSAYO (P)		W (g)	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	P seco (g)	P saturado (g)		
1	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	31.85	19.74	5725.74	5771.19	45.45	14.46
2	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	32.03	19.85	5631.53	5673.44	41.91	13.18
3	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	32.00	20.00	5431.26	5480.62	49.36	15.42
4	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	31.82	19.81	5765.38	5812.81	47.43	15.05
							14.53

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL $10 < S < 20$ DE SUCCION



Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE

BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA

ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

09/07/2025

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		PESOS DE ENSAYO (P)		W (g)	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	P seco (g)	P saturado (g)		
1	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	31.85	20.02	5674.62	5720.59	45.97	14.42
2	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	32.00	19.94	5634.23	5677.67	43.44	13.62
3	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	32.07	19.87	5739.55	5786.15	46.60	14.63
4	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	31.97	19.96	5675.76	5719.93	44.17	13.84
							14.13

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



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

Dr. Amalia 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 SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE

BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA

: ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS

LUGAR

: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 09/07/2025

Nº	MUESTRA	DIMENSIONES		PESOS DE ENSAYO (P)		W (g)	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	P seco (g)	P saturado (g)		
1	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	31.96	20.02	5833.64	5873.63	39.99	12.50
2	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	32.02	19.91	5796.19	5841.47	45.28	14.21
3	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	32.00	19.88	5688.27	5739.68	51.41	16.16
4	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	31.94	20.00	5793.44	5844.71	51.27	16.05
							14.73

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
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 SUCCION

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE

BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA

ADOBE TRADICIONAL + 8.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS

LUGAR

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

09/07/2025

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		PESOS DE ENSAYO (P)		W (g)	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	P seco (g)	P saturado (g)		
1	ADOBE TRADICIONAL + 8.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	32.04	19.74	5687.39	5748.54	61.15	19.34
2	ADOBE TRADICIONAL + 8.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	31.82	19.85	5639.44	5683.71	44.27	14.02
3	ADOBE TRADICIONAL + 8.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	31.78	19.24	5542.71	5576.74	34.03	11.13
4	ADOBE TRADICIONAL + 8.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	32.16	19.30	5751.52	5790.23	38.71	12.47
							14.24

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Armando Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE SUCCION

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 09/07/2025

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		PESOS DE ENSAYO (P)		W (g)	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	P seco (g)	P saturado (g)		
1	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	31.85	20.02	5839.62	5876.09	36.47	11.44
2	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	32.00	19.94	5844.21	5863.53	19.32	6.06
3	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	32.07	19.87	5768.85	5834.77	65.92	20.69
4	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	31.97	19.96	5918.64	5974.36	55.72	17.46
							13.91

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



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

MSC.A. JEFFATURA

JULIACA

Dr. Arnaldo Yana Torres

CIP 903257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
UBICACION : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - UANCV
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL
FECHA : 09/07/2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	9.75	9.75	9.75	9.57		9.71	2.95
M-2	9.61	9.56	9.71	9.78		9.67	3.35
M-3	9.58	9.69	9.67	9.65		9.65	3.53
M-4	9.60	9.77	9.63	9.82		9.71	2.95
							3.19

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	19.76	19.77	19.64	19.80		19.74	1.29
M-2	19.71	19.84	19.77	19.74		19.77	1.18
M-3	19.79	19.88	19.88	19.86		19.85	0.74
M-4	19.84	19.77	19.48	19.68		19.69	1.54
							1.18

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	31.81	31.90	31.62	31.79		31.78	0.69
M-2	31.84	31.71	31.84	31.74		31.78	0.68
M-3	31.97	31.87	31.83	31.69		31.84	0.50
M-4	31.78	31.86	32.05	32.10		31.95	0.16
							0.51

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

Largo : 32 cm

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIE: 403257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE

UBICACION : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

FECHA : 09/07/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	9.75	9.57	9.70	9.79	9.70	2.97
M-2	9.61	9.69	9.81	9.83	9.74	2.65
M-3	9.56	9.85	9.76	9.94	9.78	2.23
M-4	9.91	9.66	8.94	9.71	9.56	4.45
						3.08

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	18.90	19.77	19.51	19.26	19.36	3.20
M-2	19.69	19.43	19.28	19.51	19.48	2.61
M-3	19.34	19.75	19.86	19.20	19.54	2.31
M-4	18.76	19.43	19.75	19.32	19.32	3.43
						2.89

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	32.03	32.01	32.04	32.04	32.03	-0.09
M-2	31.95	32.11	31.98	31.91	31.99	0.04
M-3	31.91	31.99	32.04	31.86	31.95	0.16
M-4	32.15	32.04	32.10	32.01	32.08	-0.23
						-0.03

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

Largo : 32 cm
Ancho : 20 cm
Altura : 10 cm

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Kana Torres
CIF: 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE

UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

FECHA : 09/07/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	9.54	9.41	9.57	9.81	9.58	4.18
M-2	9.77	9.76	9.94	9.71	9.80	2.05
M-3	9.06	9.83	9.77	9.95	9.65	3.48
M-4	9.87	9.78	9.56	9.70	9.73	2.73
						3.11

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	20.02	19.84	19.89	20.02	19.94	0.29
M-2	19.95	20.07	19.86	19.93	19.95	0.24
M-3	19.81	19.91	20.02	20.01	19.94	0.31
M-4	20.01	19.98	19.94	19.73	19.92	0.42
						0.32

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	32.05	31.83	32.12	31.84	31.96	0.12
M-2	31.88	32.06	32.09	32.07	32.03	-0.08
M-3	32.14	32.11	31.87	31.92	32.01	-0.03
M-4	32.01	31.85	32.05	31.93	31.96	0.12
						0.04

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

P: Medida promedio de ensayo

Largo: 32 cm

Ancho: 20 cm

Altura: 10 cm

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Dr. Yanina Torres
CIP 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE

UBICACION : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

FECHA : 09/07/2025

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	9.78	9.86	9.48	9.97		9.77	2.27
M-2	9.06	9.83	9.72	9.98		9.65	3.52
M-3	9.74	9.95	9.29	8.99		9.49	5.08
M-4	9.57	9.97	9.91	9.85		9.83	1.75
							3.16

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	19.94	20.05	20.12	19.99		20.03	-0.12
M-2	20.08	19.95	20.07	18.98		19.77	1.15
M-3	20.14	19.89	19.86	20.07		19.99	0.05
M-4	19.89	20.08	19.95	19.87		19.95	0.26
							0.33

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	32.01	32.10	31.89	31.88		31.97	0.09
M-2	31.78	31.89	32.06	32.03		31.94	0.19
M-3	32.12	31.76	31.81	32.01		31.93	0.23
M-4	31.93	32.13	32.09	31.70		31.96	0.12
							0.16

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

Largo : 32 cm
Ancho : 20 cm
Altura : 10 cm

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Tiana Torres
CIF: 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
UBICACION : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS
FECHA : 09/07/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	9.88	9.81	9.61	9.77	9.77	2.33
M-2	9.79	9.87	9.86	9.90	9.86	1.45
M-3	9.87	9.66	9.81	9.95	9.82	1.77
M-4	9.74	9.89	9.74	9.59	9.74	2.60
						2.04

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	19.93	18.88	20.06	19.97	19.71	1.45
M-2	20.06	19.81	19.95	19.08	19.73	1.38
M-3	18.97	19.87	20.08	20.15	19.77	1.16
M-4	20.13	18.79	19.62	20.11	19.66	1.69
						1.42

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	31.75	32.01	31.86	31.88	31.88	0.39
M-2	32.06	31.69	31.89	31.96	31.90	0.31
M-3	31.89	32.13	32.11	31.77	31.98	0.08
M-4	32.04	31.92	32.02	31.78	31.94	0.19
						0.24

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

P: Medida promedio de ensayo.

Largo: 32 cm.

Ancho: 20 cm.

Altura: 10 cm.

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



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



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE

UBICACION : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

FECHA : 09/07/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	9.85	9.76	9.95	9.61	9.79	2.08
M-2	9.66	9.91	9.82	9.87	9.82	1.85
M-3	9.89	9.73	9.79	9.80	9.80	1.98
M-4	9.72	9.92	9.68	9.79	9.78	2.23
						2.03

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	18.95	19.86	19.81	19.97	19.65	1.76
M-2	19.80	19.95	19.85	19.69	19.82	0.89
M-3	19.84	19.71	19.91	19.72	19.80	1.03
M-4	18.82	19.9	19.83	19.94	19.62	1.89
						1.39

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	31.74	32.04	31.85	32.02	31.91	0.27
M-2	32.05	31.80	32.06	31.82	31.93	0.21
M-3	32.08	31.75	31.77	32.00	31.90	0.31
M-4	31.79	32.06	32.04	31.68	31.89	0.34
						0.28

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

Largo : 32 cm.

Ancho : 20 cm

Altura : 10 cm

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



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



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE

UBICACION : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS

FECHA : 09/07/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	9.79	9.77	9.62	8.97	9.54	4.63
M-2	9.75	8.85	9.96	9.90	9.62	3.85
M-3	9.91	9.66	8.97	9.65	9.55	4.53
M-4	8.93	9.93	9.92	9.83	9.65	3.48
						4.12

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	20.01	19.81	19.84	19.97	19.91	0.46
M-2	19.70	20.08	20.00	18.65	19.61	1.96
M-3	19.86	18.97	18.94	20.03	19.45	2.75
M-4	20.02	19.83	19.73	19.92	19.88	0.63
						1.45

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
M-1	32.02	31.89	32.11	31.81	31.96	0.13
M-2	31.79	31.82	31.80	32.09	31.88	0.39
M-3	31.74	32.01	32.02	31.83	31.90	0.31
M-4	32.00	31.83	31.79	31.81	31.86	0.45
						0.32

NOTA:

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 32 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

BIE: B006-00317412



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 ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA : 09/07/2025

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL	5.50	0	4.50	0
2	ADOBE TRADICIONAL	4.50	0	6.00	0
3	ADOBE TRADICIONAL	3.00	0	4.50	0
4	ADOBE TRADICIONAL	4.00	0	3.50	0
PROMEDIO (mm)		4.25	0	4.63	0
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)		4.44			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)		0			
ALABEO PROMEDIO (mm)		4.44			

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



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

Dr. Amalio Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRIEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2023
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 09/07/2025

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	2.50	0	4.00	0
2	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	4.00	0	3.50	0
3	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	3.00	0	5.00	0
4	ADOBE TRADICIONAL + 5% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	5.50	0	4.50	0
	PROMEDIO (mm)	3.75	0	4.25	0
	CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)			4.00	
	CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)			0	
	ALABEO PROMEDIO (mm)			4.00	

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



Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 09/07/2025

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	3.50	0	3.50	0
2	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	6.00	0	5.50	0
3	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	3.00	0	4.00	0
4	ADOBE TRADICIONAL + 10% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	4.00	0	3.00	0
	PROMEDIO (mm)	4.13	0	4.00	0
	CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)			4.06	
	CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)			0	
	ALABEO PROMEDIO (mm)			4.06	

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



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnoldo Viana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y GENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2023
SOLICITANTE : BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 09/07/2025

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	3.00	0	4.00	0
2	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	4.00	0	3.50	0
3	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	3.50	0	4.50	0
4	ADOBE TRADICIONAL + 15% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO	5.00	0	4.00	0
	PROMEDIO (mm)	3.88	0	4.00	0
	CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	3.94			
	CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	0			
	ALABEO PROMEDIO (mm)	3.94			

NOTA
LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO

RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE: BACH. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA: 09/07/2025

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	4.00	0	5.00	0
2	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	3.00	0	3.00	0
3	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	5.00	0	5.00	0
4	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% DE CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS	4.00	0	2.60	0
PROMEDIO (mm)		4.00	0	3.90	0
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)		3.95			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)		0			
ALABEO PROMEDIO (mm)		3.95			

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS
LUGAR LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA 09/07/2025

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	4.00	0	4.00	0
2	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	5.00	0	3.80	0
3	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	3.00	0	4.00	0
4	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	4.50	0	4.50	0
	PROMEDIO (mm)	4.13	0	4.08	0
	CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)			4.10	
	CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)			0	
	ALABEO PROMEDIO (mm)			4.10	

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Vana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECIKLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE: BACH. EDSON SUPO QUISPE
MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: 09/07/2025

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	6.00	0	3.00	0
2	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	5.00	0	4.00	0
3	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	4.00	0	5.00	0
4	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% DE CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS	1.00	0	2.00	0
	PROMEDIO (mm)	4.00	0	3.50	0
	CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)			3.75	
	CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)			0	
	ALABEO PROMEDIO (mm)			3.75	

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



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

Dr. Arnaldo Yasa Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO REICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE: Bach. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS UANCV

FECHA: 09/07/2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	8542.72	13.36
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	9354.48	14.63
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	7605.12	11.88
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	8822.40	13.79
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									13.41

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	10516.48	16.43
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	9852.16	15.39
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	11534.72	18.02
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	11048.96	17.26
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)									16.78

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DÍAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	13576.16	21.37
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	14387.84	22.48
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	11822.08	18.47
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	12711.04	19.86
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (Fb)									20.55

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CERRESE VELASQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 1032257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 20254

SOLICITANTE: Bach. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA: ADOBE + 3.5% CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA: 09/07/2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	8717.44	13.62
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	9794.96	15.29
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	11226.80	17.55
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	9519.36	14.87
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)									15.33

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	11550.96	18.05
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	11213.44	17.52
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	12950.88	19.77
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	13070.72	20.42
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									18.94

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DÍAS	CM²	KG	KG/CM²
1	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	14373.76	22.46
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	15774.72	24.65
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	16881.92	26.38
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 3.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	12713.60	19.87
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									

OBSERVACIONES:

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



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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 20254

SOLICITANTE : Bach. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA : ADOBE + 6.5% CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA : 09/07/2025

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
		LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	23/06/2025	12	640.00	9358.98	14.64
2	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	23/06/2025	12	640.00	11418.68	17.84
3	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	23/06/2025	12	640.00	10072.32	15.74
4	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	23/06/2025	12	640.00	12584.32	19.66
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									16.97

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
		LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	15763.84	24.63
2	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	13980.60	21.85
3	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	13224.32	20.66
4	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	14821.12	23.16
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									22.58

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
		LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	05/07/2025	28	640.00	17137.92	26.78
2	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	09/07/2025	28	640.00	18138.68	28.34
3	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	09/07/2025	28	640.00	17167.36	26.82
4	ADOBE TRADICIONAL + 6.5% CHL	32.00	20.00	10.00	09/07/2025	28	640.00	15987.44	25.00
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									26.74

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
M.S.C.
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE TRADICIONAL

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 20254

SOLICITANTE: Bach. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA: ADOBE + 8.5% CENIZAS DE HORNO LADRILLEROS

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA: 09/07/2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/08/2025	12	640.00	10529.28	16.45
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/08/2025	12	640.00	12719.36	19.87
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/08/2025	12	640.00	9996.80	15.62
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/08/2025	12	640.00	13143.04	20.54
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)									18.12

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	16677.12	26.06
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	15927.04	24.89
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	14815.84	23.16
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	13774.72	21.52
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)									23.91

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	05/07/2025	28	640.00	18835.84	29.43
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	20	640.00	15891.52	24.82
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	16396.80	25.75
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 9.5% CHL	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	13597.44	30.62
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									28.33

OBSERVACIONES:

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



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

D^a Arnaldo Yana Torres
CIF: 103267

BIE-0006-00317412



UNIVERSIDAD NOROCCIDENTAL "VÍCTOR CACERES VILLASQUEZ"
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 DEL ADOBE TRADICIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : Bach. EDSON SUPO QUISEPÉ

MUESTRA : ADOBE + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA : 09/07/2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTUR
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	9875.04	15.44
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	8145.28	12.73
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	9535.28	14.85
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	10416.64	16.28
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									14.83

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	11098.24	17.34
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	12328.96	19.26
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	10053.12	15.71
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	12812.16	20.02
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									18.08

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	08/07/2025	28	640.00	13776.64	21.53
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	15027.84	23.48
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	08/07/2025	28	640.00	12486.76	19.51
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 5% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	15651.84	24.45
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									22.25

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NOROCCIDENTAL "VÍCTOR CACERES VILLASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL

NTP 399.613

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE: Bach. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA: ADOBE + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA: 09/07/2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
		LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	23/06/2025	12	640.00	10782.08	16.85
2	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	23/08/2025	12	640.00	9556.92	14.93
3	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	23/06/2025	12	640.00	10081.82	15.75
4	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	23/06/2025	12	640.00	11917.44	18.62
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									16.54

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
		LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	12762.88	19.94
2	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	12979.94	20.28
3	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	14839.36	23.19
4	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	01/07/2025	20	640.00	13658.88	21.34
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									21.11

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
		LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
1	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	09/07/2025	28	640.00	18296.32	28.43
2	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	09/07/2025	28	640.00	15197.44	23.75
3	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	09/07/2025	28	640.00	16885.76	26.38
4	ADOBE TRADICIONAL + 10% PCR	32.00	20.00	10.00	09/07/2025	28	640.00	17356.96	27.09
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									25.67

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arivaldo Yana Torres
C.I.P. 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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL

NTP 399.613

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE

Bach. EDSON SUPO QUISPE

MUESTRA

ADOBE + 15% POLVO DE CONCRETO RECICLADO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV

FECHA

09/07/2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	8666.36	15.82
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	10548.48	16.48
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	12264.32	19.16
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	23/06/2025	12	640.00	11668.48	18.23
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)									17.37

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	14304.64	22.35
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	15759.36	24.62
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	13666.76	21.36
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	01/07/2025	20	640.00	12113.72	18.92
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									21.82

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	16932.48	26.46
		32.00	20.00	10.00					
2	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	15516.08	24.57
		32.00	20.00	10.00					
3	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	16401.28	25.63
		32.00	20.00	10.00					
4	ADOBE TRADICIONAL + 15% PCR	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	28	640.00	17633.92	27.55
		32.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)									26.13

OBSERVACIONES:

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



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



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 05/12/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDSON SUPO QUISPE
Dirección: SECTOR ROSASANI CCOTOS
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70252501
Teléfono: 965 151 608 email: _____
Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____
Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐
Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL CON EMPLEO DE
POLVO DE CONCRETO RECICLADO Y CENIZAS DE HORNOS LADRILLEROS
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): ADOBE TRADICIONAL, POLVO DE CONCRETO RECICLADO, CENIZAS DE HORNOS
LADRILLEROS
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV?^{1,2}

1

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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



Internacional



Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

05/12/2025

Fecha