TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILBER JAEL CHOQUE PILCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILBER JAEL CHOQUE PILCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : _____
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO : _____
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO : _____
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS : _____
Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0142-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de abril del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-013182** presentado por el (la) Bachiller: **WILBER JAEL CHOQUE PILCO** 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. **WILBER JAEL CHOQUE PILCO,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO**, 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. LEONEL SUASACA PELINCO
* **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. – **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI.**

ARTICULO TERCERO. – **APROBAR,** la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **WILBER JAEL CHOQUE PILCO;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

* **FECHA** : Jueves 09 de abril del 2026
* **HORA** : 08:00 hr
* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

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

cc.
Archivo 2026
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1430-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-9772** por el señor (a): **WILBER JAEL CHOQUE PILCO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 976-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 149 - 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): **WILBER JAEL CHOQUE PILCO,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 149 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO**, 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 merito 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): **WILBER JAEL CHOQUE PILCO,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO** 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), **Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI.**

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 CS. PURAS
Dr. OSCAR V. YAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

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

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL N° 618-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 4178, presentado por el señor (a) **WILBER JAEL CHOQUE PILCO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 382-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato **N° 038 -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): **WILBER JAEL CHOQUE PILCO** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 038 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO.**

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- **APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **WILBER JAEL CHOQUE PILCO,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO** 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 **Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI.**

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 C.s. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 23730

DIRECCIÓN

Dr. Félix [illegible] Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
turnitin Página 1 de 184 - Portada
Identificador de la entrega trn:oid:::13016:649608746
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

WILBER JAEL CHOQUE PILCO

EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO

Tesis de investigación 2026

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:649608746

Fecha de entrega
4 nov 2026, 14:56 GMT-5

Fecha de descarga
4 nov 2026, 15:03 GMT-5

Nombre del archivo
T036_75082217_T.pdf

Tamaño del archivo
10.5 MB

175 páginas

25.882 palabras

147.767 caracteres

turnitin Página 1 de 184 - Portada
Identificador de la entrega trn:oid:::13016:649608746
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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 9 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuente excluida

Fuentes principales

11%	Fuentes de Internet
2%	Publicaciones
13%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

turnitin Página 2 de 184 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid:::13016:649608746
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos Complementarios

EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	WILBER JAEL CHOQUE PILCO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75082217
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-2382-4113
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02428673
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4821-3825
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876

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: Puno Distrito: Puno Latitud: -15.8403287 Longitud: -70.0239428  https://maps.app.goo.gl/KAcgeURznwo7Kghn9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2025 – Abril 2026
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	**Ingeniería civil** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 **Ingeniería de materiales** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01



TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILBER JAEL CHOQUE PILCO, identificado con DNI Nro. 75082217 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:

EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO

Asesorado por: Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

Es un tema original.

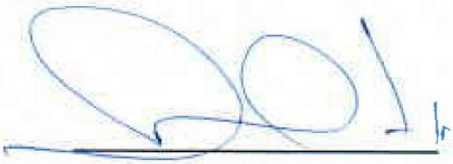
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, 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 suyas 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 18 de Mayo del 2026



Firma del Asesor (obligatoria)



Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

Dedico esta tesis fruto de mi esfuerzo y dedicación a mis padres Elsa Pilco Calisaya y Rufino Choque Anchapuri, gracias por aconsejarme e inculcarme buenos valores para seguir el camino correcto quienes con su amor, esfuerzo y ejemplo de perseverancia han sido mi mayor inspiración para alcanzar cada meta, a mi madre en especial por ser un pilar fundamental a lo largo de mi vida profesional. También lo dedico a mis hermanos, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y la confianza que siempre depositaron en mí.

A cada uno de ustedes les debo este logro, que no solo es mío, sino también suyo.

Wilber Jael Choque Pilco

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar este trabajo. Por iluminar mi camino en los momentos de duda, darme esperanza en las dificultades y guiarme con sabiduría para no rendirme.

A la universidad andina Néstor Cáceres Velázquez por permitirme realizar mis estudios y formación profesional.

A mis amistades que siempre estuvieron en los malos y buenos momentos compartiendo conocimientos experiencias laborales

A mi asesor, Mgtr. Wilfredo David Supo Pacori, por su constante apoyo, paciencia y orientación a lo largo del desarrollo de esta tesis. Su dedicación, compromiso y valiosos consejos no solo enriquecieron este trabajo, Gracias a su guía, pude superar cada reto y transformar las dificultades en oportunidades de aprendizaje. Su exigencia, acompañada siempre de motivación y confianza, me impulsó a dar lo mejor de mí en cada etapa de esta investigación.

Wilber Jael Choque Pilco

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE GENERAL iii

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS ix

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN xiii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática 15

1.2. Formulación del Problema 17

1.2.1. Problema general 17

1.2.2. Problemas específicos 17

1.3. Justificación 19

1.3.1. Teórica 19

1.3.2. Económica 19

1.3.3. Social 19

1.3.4. Viabilidad 20

1.3.5. Ambiental 20

1.4. Objetivos 21

1.4.1. Objetivo General 21

1.4.2. Objetivos Específicos 21

1.5. Hipótesis 22

1.5.1. Hipótesis General 22

1.5.2. Hipótesis Específicos 22

1.6. Variables 23

1.6.1. Variable Independiente: 23

1.6.2. Variable Dependiente: Propiedades Físicas 23

1.7. Operacionalización de las variables 26

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio 27

2.1.1. Internacionales 27

2.1.2. Nacionales 31

2.1.3. Locales 34

2.2. Bases teóricas 36

2.2.1. Aserrín de Madera 36

2.2.2. Adobe 42

2.2.3. Propiedades Físicas del Adobe 50

2.2.4. Propiedades Mecánicas del Adobe 52

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la Investigación 54

3.2. Tipo de Investigación 54

3.3. Nivel de Investigación 54

3.4. Diseño de la Investigación 55

3.5. Población y Muestra 55

3.5.1. Población 55

3.5.2. Muestra 55

3.5.3. Muestreo 56

3.6. Técnica e Instrumentos 56

3.6.1. Ámbito de Estudio 56

3.6.2. Técnica 57

3.6.3. Ensayos de Propiedades Físicas 75

3.6.4. Ensayos de Propiedades Mecánica 78

3.6.5. Instrumentos 83

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del Estudio de Suelos 85

4.2. Resultados de los Ensayos Físicos 87

4.2.1. Ensayo de Variación Dimensional 87

4.2.2. Ensayo de Alabeo 90

4.2.3. Ensayo de Peso Unitario 92

4.2.1. Ensayo de Absorción de Agua 94

4.3. Resultados de los Ensayos Mecánicos 96

4.3.1. Resistencia a la Compresión f´o de unidad de adobe estabilizado .. 96

4.3.2. Resistencia a la Compresión f'm de muretes no convencionales..... 99

4.3.3. Resistencia a la Compresión Diagonal f't de muretes 102

4.4. Discusión 104

4.4.1. Estudio de Caracterización de Suelos 104

4.4.2. Propiedades Físicas del Adobe 104

4.4.3. Propiedades Mecánicas del Adobe 105

CONCLUSIONES 108

RECOMENDACIONES 110

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 112

ANEXOS 120

Matriz de Consistencia 121

Análisis Granulométrico de Canteras 122

Certificación de Calibración de Equipos 138

Resultados de los Ensayos 150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Operacionalización de las variables* 26
Tabla 2 *Clasificación de propiedades del Aserrín de Madera* 38
Tabla 3 *Características físicas del Aserrín de Madera* 40
Tabla 4 *Propiedades físicas y mecánicas del aserrín de madera* 41
Tabla 5 *Unidades de Adobe para cada ensayo* 56
Tabla 6 *Dosificación de mezclas de adobe con aserrín* 69
Tabla 7 *Resultados del análisis granulométrico – Suelo 2 (Arcilla roja, Cantera C-02, Puno)* 85
Tabla 8 *Resultados del análisis granulométrico – Suelo 3 (Arena arcillosa beige, Cantera C-03, Puno)* 86
Tabla 9 *Dimensiones individuales de los adobes patrón* 87
Tabla 10 *Dimensiones individuales de los adobes con 2% de aserrín* 87
Tabla 11 *Dimensiones individuales de los adobes con 10% de aserrín* 87
Tabla 12 *Dimensiones individuales de los adobes con 20% de aserrín* 88
Tabla 13 *Dimensiones promedio de los adobes con diferentes porcentajes de aserrín* 88
Tabla 14 *Alabeo de adobes patrón* 90
Tabla 15 *Alabeo de adobes con 2% de aserrín* 90
Tabla 16 *Alabeo de adobes con 10% de aserrín* 90
Tabla 17 *Alabeo de adobes con 20% de aserrín* 90
Tabla 18 *Valores promedio del alabeo en adobes con diferentes porcentajes de aserrín* 91
Tabla 19 *Peso de adobes patrón* 92
Tabla 20 *Peso de adobes con 2% de aserrín* 92
Tabla 21 *Peso de adobes con 10% de aserrín* 92
Tabla 22 *Peso de adobes con 20% de aserrín* 92
Tabla 23 *Peso promedio de los adobes con diferentes porcentajes de aserrín* 93
Tabla 24 *Peso seco y peso saturado de los adobes patrón* 94
Tabla 25 *Peso seco y peso saturado de los adobes con 2% de aserrín* 94
Tabla 26 *Peso seco y peso saturado de los adobes con 10% de* aserrín 94
Tabla 27 *Peso seco y peso saturado de los adobes con 20% de aserrín* 94
Tabla 28 *Absorción de agua de los adobes con diferentes porcentajes de aserrín* . 95

Tabla 29 *Ensayo de compresión de adobes patrón* 96
Tabla 30 *Ensayo de compresión de adobes con 2% de aserrín* 96
Tabla 31 *Ensayo de compresión de adobes con 10% de aserrín* 97
Tabla 32 *Ensayo de compresión de adobes con 20% de aserrín* 97
Tabla 33 *Resistencia a la compresión de adobes con diferentes porcentajes de aserrín* 97
Tabla 34 *Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales patrón* 99
Tabla 35 *Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales con 2% de aserrín* 99
Tabla 36 *Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales con 10% de aserrín* 99
Tabla 37 *Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales con 20% de aserrín* 100
Tabla 38 *Resistencia a la compresión de muretes no convencionales de adobe en comparación* 100
Tabla 39 *Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete de adobe patrón* 102
Tabla 40 *Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete con 2 % de aserrín* 102
Tabla 41 *Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete con 10 % de aserrín* 102
Tabla 42 *Resumen comparativo del ensayo de compresión diagonal f't de muretes de adobe estabilizado con aserrín* 102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Aserrín subproducto de la madera* 37
Figura 2 *Adobe artesanal* 43
Figura 3 *Localización de las canteras* 57
Figura 4 *Cantera C-01* 58
Figura 5 *Ensayo de contenido de humedad* 59
Figura 6 *Ensayo de granulometría* 59
Figura 7 *Ensayo de límite de consistencia* 60
Figura 8 *Cantera C-02* 61
Figura 9 *Ensayo de contenido de humedad* 61
Figura 10 *Ensayo de granulometría* 62
Figura 11 *Ensayo de límite de consistencia* 63
Figura 12 *Cantera C-03* 63
Figura 13 *Ensayo de contenido de humedad* 64
Figura 14 *Ensayo de granulometría* 65
Figura 15 *Ensayo de límite de consistencia* 65
Figura 16 *Cantera C-04* 66
Figura 17 *Ensayo de contenido de humedad* 67
Figura 18 *Ensayo de granulometría* 67
Figura 19 *Muestra de aserrín* 68
Figura 20 *Muestra de moldes de madera* 71
Figura 21 *Mezcla de adobe* 71
Figura 22 *Adición de agua* 72
Figura 23 *Adición del* aserrín 72
Figura 24 *Unidad de adobe fuera del molde cúbico* 73
Figura 25 *Secado de unidades de adobe* 73
Figura 26 *Secado de unidades de prismas* 74
Figura 27 *Elaboración de muretes* 75
Figura 28 *Ensayo de variación dimensional* 76
Figura 29 *Ensayo de alabeo* 77
Figura 30 *Ensayo de peso unitario* 77
Figura 31 *Ensayo de absorción de agua* 78
Figura 32 *Ensayo de* resistencia *a la compresión* 79

Figura 33 *Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales* ..80
Figura 34 *Ensayo de resistencia a la compresión diagonal murete fabricado con adobe patrón.* 81
Figura 35 *Ensayo de resistencia a la compresión diagonal murete fabricado con adobe + 2% de aserrín de madera.* 81
Figura 36 *Ensayo de resistencia a la compresión diagonal murete fabricado con adobe + 10% de aserrín de madera.* 82
Figura 37 *Variación a lo largo* 88
Figura 38 *Variación a lo ancho*.....89
Figura 39 *Variación a lo alto*.....89
Figura 40 *Variación de resultados de resistencia a la compresión* 98
Figura 41 *Variación de resultados de resistencia a la compresión* 101
Figura 42 *Variación de resultados de resistencia a la compresión diagonal*.....103

RESUMEN

La construcción con adobe, ampliamente utilizada en zonas rurales del Perú, presenta problemas de baja resistencia a la compresión, alta absorción de agua y vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos y sísmicos. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la adición de aserrín de madera en las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado, determinando la proporción óptima que maximice resistencia, ligereza y durabilidad. Se desarrolló un estudio cuantitativo, aplicado y experimental, elaborando 142 unidades de adobe, entre cubos, muretes no convencionales y diagonales, con 0%, 2%, 10% y 20% de aserrín de madera respecto al peso seco del suelo, conforme a la normativa NTE E.080. Se realizaron ensayos físicos de variación dimensional, alabeo, peso unitario y absorción de agua, así como ensayos mecánicos de compresión unitaria, compresión en muretes y compresión diagonal. Los resultados evidenciaron que el aserrín de madera modificó significativamente las propiedades del adobe, reduciendo el peso unitario e incrementando la absorción de agua y el alabeo. La resistencia a compresión alcanzó su valor óptimo con 2% de aserrín de madera, aumentando hasta 15.35% respecto al adobe patrón, mientras que mayores dosificaciones redujeron la cohesión interna. La compresión diagonal con 2% superó los valores normativos. Se concluye que el 2% de aserrín de madera es la proporción óptima.

Palabras claves: Adobe estabilizado, aserrín de madera, propiedades físicas, propiedades mecánicas, resistencia a la compresión, sostenibilidad en construcción.

ABSTRACT

Adobe construction, widely used in rural areas of Peru, presents issues such as low compressive strength, high water absorption, and vulnerability to climatic and seismic phenomena. This research aimed to evaluate the effect of adding wood sawdust on the physico-mechanical properties of stabilized adobe, determining the optimal proportion that maximizes strength, lightness, and durability. A quantitative, applied, and experimental study was conducted, producing 142 adobe units, including cubes, non-conventional prisms, and diagonal specimens, with 0%, 2%, 10%, and 20% wood sawdust relative to the dry weight of the soil, in accordance with the NTE E.080 standard. Physical tests were carried out to assess dimensional variation, warping, unit weight, and water absorption, as well as mechanical tests including unit compressive strength, compressive strength in prisms, and diagonal compression. The results showed that wood sawdust significantly modified the properties of adobe, reducing unit weight while increasing water absorption and warping. Compressive strength reached its optimal value with 2% wood sawdust, increasing by up to 15.35% compared to the control adobe, whereas higher dosages reduced internal cohesion. Diagonal compression at 2% exceeded the standard requirements. It is concluded that 2% wood sawdust is the optimal proportion.

Keywords: Stabilized adobe, wood sawdust, physical properties, mechanical properties, compressive strength, sustainable construct.

INTRODUCCIÓN

La construcción con adobe constituyó, durante siglos, una solución habitacional esencial en distintas zonas del planeta, especialmente dentro del territorio latinoamericano, por su bajo costo, disponibilidad local de materia prima y óptimas propiedades térmicas y acústicas (Rivera et al., 2020). Sin embargo, a lo largo del siglo XX, su uso disminuyó progresivamente frente a materiales industrializados como el concreto, el ladrillo cocido y el acero, cuya resistencia y durabilidad consolidaron su preferencia en el ámbito de la edificación (Reátegui et al., 2018). Este cambio estuvo influenciado también por una percepción social que asoció el adobe con precariedad, baja resistencia estructural y alta vulnerabilidad frente a fenómenos naturales, lo que generó la pérdida de valiosos saberes constructivos tradicionales (Sandoval, 2021).

Investigaciones realizadas en países como Perú, México y Colombia han demostrado que el adobe, cuando carece de refuerzos estructurales y controles de calidad en su fabricación, presenta baja resistencia a la compresión y flexión, así como rápida degradación frente a lluvias, sismos y vientos intensos (Díaz et al., 2019). En el caso peruano, la Norma Técnica E.080 establece lineamientos para su uso seguro, recomendando el empleo de estabilizantes y refuerzos, aunque su aplicación en zonas rurales sigue siendo limitada (Mamani et al., 2021). Esta situación ha motivado la búsqueda de alternativas sostenibles que permitan mejorar sus propiedades sin recurrir a aditivos contaminantes como el cemento.

En este contexto, el aprovechamiento de subproductos lignocelulósicos, como el aserrín de madera, surge como una opción técnica y ambientalmente viable con el fin de mejorar las características físicas y mecánicas del adobe. En este sentido, el estudio desarrollado tuvo como objetivo analizar la influencia del aserrín de madera

sobre las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado, determinando su influencia. Con ello, se buscó no solo contribuir al rescate y mejora de una técnica constructiva ancestral, sino también promover soluciones constructivas sostenibles, asequibles y adaptadas a las demandas de las poblaciones con limitados recursos económicos en el Perú (López et al., 2025).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática

A nivel internacional, la construcción con tierra, particularmente con adobe, ha sido desvalorizada en múltiples regiones debido a su baja resistencia mecánica, escasa durabilidad frente a condiciones climáticas extremas y su limitada capacidad para soportar eventos sísmicos (Sánchez et al., 2021). Encuestas realizadas en India y Bangladesh evidenciaron que la percepción negativa de este material está asociada a su vulnerabilidad estructural, fragilidad y deficiente comportamiento ante la intemperie. En contraposición, materiales como el concreto, el acero o los ladrillos cocidos dominan la industria por su alta resistencia y durabilidad; sin embargo, su uso masivo representa un grave impacto ambiental, pues se estima que el sector construcción genera hasta el 33% de la liberación de gases responsables del efecto invernadero, consume el 40% de los materiales globales y produce el 40% de los residuos sólidos (Paul et al., 2022). Estos impactos han motivado a la comunidad científica a buscar alternativas sostenibles, como la estabilización de suelos con residuos orgánicos e industriales (cenizas, fibras vegetales, escorias, etc.), que mejoran las propiedades físico-mecánicas de la tierra sin recurrir a estabilizantes contaminantes como el cemento, responsable del 5% de las emisiones anuales de CO_2. Investigaciones en países como México, Honduras y Estados Unidos confirmaron que las edificaciones de adobe presentaban fallas estructurales como

fisuras y grietas asociadas a su baja resistencia a compresión y flexión, situación agravada por la acción de lluvias, vientos y sobrecargas (Paul et al., 2022; Ramakrishnan et al., 2020). Esto impulsó el uso de aditivos alternativos, entre ellos subproductos vegetales como aserrín de madera, con el objetivo de reforzar la matriz del adobe y mitigar dichas deficiencias estructurales, promoviendo así una construcción más resiliente, ecológica y asequible (López et al., 2025).

En el contexto peruano, especialmente en las zonas rurales, la construcción con adobe representó una alternativa predominante debido a su bajo costo y a su compatibilidad con las condiciones climáticas locales y las limitaciones económicas de la población, no obstante, su elaboración tradicional careció de controles de calidad y procedimientos técnicos orientados a mejorar sus propiedades estructurales (Quispe y Reynoso, 2024). En el departamento de Áncash, las edificaciones elaboradas con adobe mostraron fisuras y agrietamientos, sin embargo, continuaron siendo habitadas; frente a ello, se realizaron estudios que propusieron la adición de cal para mejorar la calidad del material (Depaz, 2022). Asimismo, Arteaga et al (2022) indicaron que, según los censos del año 2018, el 67.7% de las viviendas en zonas rurales en el Perú fueron edificadas con adobe y que su uso se mantuvo en la actualidad por razones económicas. No obstante, estas edificaciones carecieron de refuerzos estructurales, lo que ocasionó la aparición de agrietamientos, resaltando así la necesidad de incrementar las propiedades físicas y mecánicas del adobe. Por su parte, Altamirano (2019) afirmó que las estructuras de adobe tradicional evidenciaron fallas críticas y recomendó el empleo de fibras vegetales como aditivos de refuerzo para mejorar su resistencia.

A nivel local, en el departamento de Puno, las viviendas construidas con adobe evidenciaron una alta vulnerabilidad ante factores climáticos extremos, como lluvias intensas e inestabilidad sísmica. En el distrito de Samán, provincia de Azángaro, se reportó el colapso de un campanario de 18 metros de altura hecho de adobe, cuya estructura presentaba fisuras y debilitamiento en su base tras el sismo de 2017, lo que fue agravado por precipitaciones intensas, según informó la Dirección Desconcentrada de Cultura de Puno (Ticona, 2024). Asimismo, el uso de fibras vegetales comunes como la paja, sin criterios técnicos relacionados con la zona geográfica o el tipo de suelo, fue una práctica frecuente en las construcciones rurales (Calisaya & Gomez, 2023). De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), el 59% de las viviendas en el departamento de Puno fueron construidas con adobe, sin ajustarse a los lineamientos estructurales establecidos por la Norma Técnica E.080. Esta deficiencia normativa, combinada con el incremento de ambiente hostiles durante la temporada de lluvias, que deterioraron significativamente las propiedades físico-mecánicas del adobe, ocasionando el colapso de viviendas y severas pérdidas materiales entre las familias afectadas (F. Gonzales, 2022).

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

- ¿De qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características de las propiedades físicas de los suelos a utilizar en la fabricación del adobe estabilizado?

- ¿De qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físicas del adobe estabilizado?

- ¿Cuál es la resistencia a la compresión f'o de unidades de adobe con adición de 2%, 10% y 20% de aserrín de madera?

- ¿Cuál es la resistencia a la compresión f'm de unidades de muretes con adición de 2%, 10% y 20% de aserrín de madera?

- ¿Cuál es la resistencia a la compresión diagonal f't de unidades de muretes con adición de 0%, 2% y 10% de aserrín de madera?

1.3. Justificación

1.3.1. Teórica

El estudio se basó en la importancia de profundizar la comprensión de las propiedades físicas y mecánicas del adobe mediante el uso de aditivos naturales, específicamente residuos lignocelulósicos como aserrín de madera. Diversos estudios internacionales y nacionales evidenciaron que la adición de fibras de origen vegetal era capaz de incrementar la capacidad resistente ante esfuerzos de compresión y flexión, además de mejorar la durabilidad del material frente a agentes climáticos adversos. Por tanto, esta investigación aportó evidencia científica que fortaleció el marco teórico de la construcción sostenible con tierra estabilizada.

1.3.2. Económica

El uso de adobe estabilizado con residuos vegetales representó una alternativa de bajo costo frente a materiales convencionales como el concreto o el ladrillo cocido, cuya producción implicó altos gastos energéticos y monetarios. El Aserrín de madera, al ser un subproducto de aserraderos, se obtuvo a precios reducidos o incluso sin costo, lo que disminuyó los gastos de producción en la elaboración de bloques de adobe. Dicha reducción favoreció a las comunidades rurales de bajos ingresos, posibilitando la construcción de viviendas más resistentes sin comprometer su economía. Asimismo, su implementación evitó inversiones elevadas en materiales industrializados de alto impacto ambiental.

1.3.3. Social

En zonas rurales del Perú, como el departamento de Puno, la vivienda de adobe fue predominante por su disponibilidad y accesibilidad, aunque vulnerable a fenómenos climáticos y sísmicos. El mejoramiento de su resistencia mediante aditivos

vegetales contribuyó a disminuir el riesgo de colapso estructural, protegiendo la seguridad y los bienes de los hogares. De esta manera, la investigación respondió a una necesidad social urgente de mejorar la seguridad habitacional en áreas de alta vulnerabilidad.

1.3.4. Viabilidad

El desarrollo del estudio resultó viable técnica y logísticamente, dado que los recursos necesarios —suelo local, agua, aserrín de madera de madera y herramientas básicas de construcción— estuvieron disponibles en la zona de estudio. Asimismo, se contó con procedimientos de ensayo establecidos para evaluar las propiedades físico-mecánicas de las muestras, lo que garantizó la factibilidad metodológica. La accesibilidad a la materia prima y la simplicidad del proceso constructivo permitieron replicar la experiencia en otras comunidades rurales con condiciones similares, asegurando la viabilidad del proyecto en el mediano y largo término.

1.3.5. Ambiental

La propuesta contribuyó a la reducción de impactos ambientales derivados de la construcción, al reemplazar parcial o totalmente el uso de estabilizantes de alto impacto, como el cemento, por aditivos naturales renovables. El aprovechamiento de aserrín de madera, residuo que comúnmente se dispone de manera inadecuada, evitó su acumulación y la contaminación asociada a su quema o disposición en botaderos. Además, el fomento de la construcción con tierra estabilizada redujo el consumo energético y la generación de gases vinculados al efecto invernadero derivados del proceso de fabricación de materiales industrializados, alineándose con los principios de la arquitectura sostenible.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar de qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las propiedades físicas de los suelos a utilizar en la fabricación del adobe.
- Analizar de qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físicas del adobe estabilizado.
- Determinar la resistencia a la compresión f´o de unidad de adobe estabilizado con dosificaciones de 2%, 10 y 20% de aserrín de madera.
- Determinar la resistencia a la compresión f'm de unidades de muretes en dosificaciones de 2%, 10% y 20% de aserrín de madera.
- Determinar la resistencia a la compresión diagonal f't de unidades de muretes en dosificaciones de 0%, 2% y 10% de aserrín de madera.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

- La incorporación de aserrín de madera influye de manera significativa en las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado, debido a su densidad, absorción de agua y resistencia estructural en función del porcentaje adicionado.

1.5.2. Hipótesis Específicos

- Los suelos empleados en la fabricación del adobe presentan una granulometría y límites de consistencia adecuados, lo que garantiza su plasticidad y cohesión para uso constructivo.
- La adición de aserrín modifica las propiedades físicas del adobe, incrementando la absorción de agua y reduciendo el peso unitario por el aumento de vacíos y la porosidad del material.
- La resistencia a la compresión unitaria mejora con una adición del 2 % de aserrín por una mejor compactación interna, pero disminuye con contenidos del 10 % y 20 % debido a la pérdida de cohesión.
- La resistencia a la compresión en muretes no convencionales varía según el porcentaje de aserrín, mejorando con el 2 % e incluso disminuyendo con mayores proporciones por la alteración de la densidad y uniformidad del material.
- La resistencia a la compresión diagonal de los muretes disminuye progresivamente con el incremento del aserrín, afectando la adherencia entre partículas y reduciendo su capacidad de transmisión de esfuerzos cortantes.

1.6. Variables

1.6.1. Variable Independiente:

Aserrín de Madera

Definición conceptual: El aserrín es un subproducto lignocelulósico generado en los procesos industriales de transformación de la madera, compuesto por partículas finas de tamaño variable.

Definición operacional: Para efectos de la presente investigación, se define como el material proveniente de aserraderos en la localidad de Puno en proporciones del 2%, 10% y 20% en volumen en proporción respecto al peso seco de la mezcla del adobe, utilizado como agente estabilizador para alterar las propiedades físicas y mecánicas del material.

1.6.2. Variable Dependiente:

Propiedades Físicas

- **Características del suelo**

Definición conceptual: Son los parámetros geotécnicos y granulométricos que describen el comportamiento y composición del suelo empleado en la fabricación de adobe. Incluyen plasticidad, clasificación, granulometría y contenido de humedad.

Definición operacional: Valores obtenidos de ensayos de caracterización del suelo, tales como límites de Atterberg, granulometría y clasificación del suelo según SUCS y AASHTO.

- **Variación Dimensional**

Definición conceptual: Analiza las formas, tamaños, posiciones y dimensiones de los objetos, así como las relaciones espaciales entre ellos. Es fundamental para entender cómo se estructuran y representan las formas en

diferentes contextos, desde la matemática pura hasta aplicaciones en ingeniería, arte y ciencias.

Definición operacional: Medición de la Variación Dimensional del bloque de adobe en (cm) respecto a una superficie plana de referencia sobre las caras de los bloques, empleando instrumentos de precisión.

- **Alabeo**

Definición conceptual: Deformación geométrica que manifiestan los bloques de adobe durante el proceso de secado, generando curvaturas o irregularidades que afectan su estabilidad dimensional.

Definición operacional: Medición de la desviación máxima (en mm) respecto a una superficie plana de referencia sobre las caras de los bloques, empleando instrumentos de precisión.

- **Peso unitario**

Definición conceptual: Relación entre la masa seca del bloque de adobe y su volumen, indicador clave para determinar la densidad y compacidad del material.

Definición operacional: Peso seco del bloque (en kilogramos) dividido por su volumen geométrico (en cm^3 o m^3).

Propiedades Mecánicas:

- **Resistencia a compresión en cubos**

Definición conceptual: Capacidad del bloque individual de adobe para soportar fuerzas axiales sin fracturarse.

Definición operacional: Ensayo realizado sobre cubos de adobe moldeados con dimensiones de 15 cm de arista, siguiendo lo establecido en la NTE E.080, mediante la aplicación de carga axial de compresión vertical hasta la

falla del espécimen. La resistencia última exigida es de al menos 1.0 MPa (equivalente a 10.20 kg/cm²).

- **Resistencia a compresión en muretes no convencionales**

Definición conceptual: Capacidad estructural de elementos construidos con adobes para resistir cargas axiales, evaluando el comportamiento del conjunto ensamblado.

Definición operacional: Ensayo realizado sobre muretes construidos con tres bloques de adobe apilados en soga (dimensiones de bloque: 23 cm largo x 12.5 cm ancho x 9 cm alto). Resistencia última exigida ≥ 6.12 kg/cm² (≈ 0.6 MPa).

- **Resistencia a la compresión diagonal en muretes**

Definición conceptual: Capacidad de los muretes de adobe para resistir esfuerzos cortantes o tensiones diagonales, simulando solicitaciones laterales que pueden ocurrir ante acciones sísmicas o cargas excéntricas, evaluando la integridad estructural del conjunto.

Definición Operacional: Ensayo realizado sobre muretes de adobe construidos con dimensiones cuadradas de aproximadamente 60.00 cm de lado y un espesor de 12.5 cm, siguiendo lo establecido en la NTE E.080, mediante la ejecución de un esfuerzo de compresión diagonal o tracción indirecta hasta alcanzar la falla del elemento de al menos 0.025 MPa (equivalente a 0.25 kg/cm²).

1.7. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable		Dimensiones	Indicadores	Tipo	Valor final/Escala
Variable Independiente		Contenido De Aserrín	%	Continua	0%, 2%, 10% y 20%
Variable Dependiente	Propiedades Físicas	Variación Dimensional	cm	Continua Numérica	23 cm x12.5 cm x 9 cm
		Alabeo	mm	Continua Numérica	1 mm -15 mm
		Peso Unitario (P.U.)	kg/m3	Continua Numérica	1200 kg/m3 - 2000 kg/m3
		Absorción De Agua	%	Continua	15% - 50%
	Propiedades Mecánicas	Compresión En Cubos (f´o)	kg/cm2	Continua Numérica	10 kg/cm2 - 20 kg/cm2
		Compresión De Murete De Adobe (f´m)	kg/cm2	Continua Numérica	6 kg/cm2 – 10 kg/cm2
		Compresión Diagonal (f´t)	kg/cm2	Continua Numérica	0.25 kg/cm2 – 1 kg/cm2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Internacionales

Azalam et al. (2024) analizaron el comportamiento mecánico del adobe elaborado mediante técnicas tradicionales del sur de Marruecos, reforzado con fibras de aserrín de diferentes longitudes. La muestra estuvo conformada por unidades de adobe estabilizadas con fibras cuyas dimensiones variaron entre 0,3 cm y 2 cm. La población correspondió a bloques fabricados bajo métodos constructivos propios de dicha región, los cuales fueron objeto de evaluación estructural. Para el desarrollo metodológico, se aplicaron ensayos comparativos de capacidad resistente frente a esfuerzos de compresión y de flexión, modificando tanto la proporción como la longitud de las fibras incorporadas, a fin de determinar su influencia en las propiedades mecánicas del material. Los resultados indicaron que el incremento en la longitud y cantidad de fibra generó una mejora en la resistencia a la compresión, alcanzando un valor máximo de 6,80 MPa; sin embargo, se comprobó que la resistencia a la tracción del aserrín tuvo un efecto más determinante en el comportamiento mecánico que su longitud. En consecuencia, aunque se evidenció un incremento en la capacidad compresiva, las mejoras en la resistencia a la flexión fueron limitadas debido a la baja capacidad tensil del aserrín, lo que sugirió la

necesidad de considerar materiales con propiedades superiores para optimizar el desempeño estructural del adobe reforzado.

Nouemssi et al. (2024) tuvieron como finalidad optimizar las características físicas y mecánicas de los bloques de tierra comprimida (BTC) empleados en edificaciones del departamento de Ndé, en Camerún. La muestra estuvo compuesta por unidades BTC tratadas con dos tipos de estabilizantes: cemento y aserrín, en proporciones variables de 0%, 4%, 6% y 8%. La población correspondió a bloques elaborados con tierra local, representativa de las condiciones constructivas de la región. En cuanto a la metodología, se aplicaron ensayos de caracterización física, evaluando parámetros como el grado de humedad natural, densidad específica, pruebas de jarra, así como los límites de Proctor y Atterberg; adicionalmente, se realizaron pruebas de compresión uniaxial y flexión a tres puntos para determinar el comportamiento estructural de los BTC. Los resultados reflejaron una reducción en la densidad del material conforme aumentaba el porcentaje de estabilizante, registrándose los valores más elevados de densidad en bloques con 8% de aserrín, y los más bajos en aquellos sin aditivos. Asimismo, se identificó una disminución progresiva de la porosidad al aumentar la proporción de aserrín y cemento. En cuanto de desempeño mecánico, los bloques estabilizados con cemento alcanzaron valores de resistencia a la compresión ligeramente superiores en comparación con aquellos que contenían aserrín. No obstante, se evidenció un incremento en la absorción de agua en proporción directa al contenido de aserrín, lo cual implicó una menor resistencia a condiciones de humedad, pese a las mejoras obtenidas en otros parámetros estructurales.

Siyapze et al. (2023) investigaron el comportamiento térmico de ladrillos de tierra cruda fabricados con diferentes proporciones de aditivos de aserrín, sometidos a altas temperaturas. Para ello, utilizó dos tipos de suelo: limo de los plateaus de la ciudad de Beauvais y arcilla de Barremian, combinados con variadas cantidades de aserrín. La población del estudio consistió en bloques representativos de técnicas constructivas tradicionales. Se aplicó una metodología que incluyó una caracterización física y mecánica inicial a temperatura ambiente, donde se observó una disminución en la resistencia a la compresión al aumentar la fracción másica de aserrín, destacando el suelo de Beauvais por su mayor resistencia. Los resultados indicaron que los ladrillos sin aserrín incrementaron su resistencia con la temperatura, mientras que los que contenían aserrín mostraron una disminución de resistencia entre 150 °C y 300 °C, atribuida al pirólisis del aserrín, seguida de un aumento entre 300 °C y 450 °C debido a la deshidroxilación de la arcilla. Ambos suelos manifestaron un comportamiento térmico análogo con la adición de aserrín, concluyendo que una mayor proporción volumétrica de este aditivo redujo la ganancia de resistencia mecánica a elevadas temperaturas y modificó la distribución térmica interna del material.

Jannat et al. (2021) tuvieron como propósito analizar el efecto de distintas granulometrías de aserrín acerca del comportamiento físico y mecánico de los bloques elaborados con arcilla sin cocer. Para ello, cribó el aserrín en tres fracciones: SP-a (212 µm < x < 300 µm), SP-b (425 µm < x < 600 µm) y SP-c (1,18 mm < x < 2,00 mm), y empleó como muestra bloques elaborados con adición de aserrín en proporciones del 2,5%, 5%, 7,5% y 10% respecto al peso seco de arcilla. La población estuvo constituida por especímenes moldeados bajo condiciones controladas de laboratorio. En cuanto a la metodología, se aplicaron ensayos de densidad,

contracción lineal, absorción capilar de agua, resistencia a la compresión (CS) y resistencia a la flexión (FS). Los resultados indicaron que la incorporación de aserrín redujo la densidad en todos los casos, mientras que la contracción lineal aumentó solo en los bloques SP-a y disminuyó en SP-b y SP-c conforme se incrementó la proporción de aserrín. Asimismo, se observó un aumento en la absorción capilar acompañado de una reducción general en las resistencias mecánicas a medida que se elevó el contenido de aserrín. No obstante, los valores máximos de CS y FS se alcanzaron con un 2,5% de adición, siendo el grupo SP-b el de mejor desempeño (CS: 4,74 MPa, FS: 2,00 MPa), seguido por SP-a y SP-c. En conclusión, se determinó que es técnicamente viable producir bloques de tierra sin cocer de alta calidad empleando hasta un 2,5%de aserrín con granulometría comprendida entre 425 µm y 600 µm, logrando un balance favorable entre resistencia mecánica y comportamiento higrotérmico.

Jokhio et al. (2018) tuvieron como finalidad analizar el desempeño mecánico del adobe al sustituir parcialmente la arena por aserrín como medida para mejorar su sostenibilidad ambiental. La muestra analizada estuvo conformada por unidades de adobe modificadas con diferentes proporciones volumétricas de aserrín, siendo la población experimental compuesta por especímenes elaborados con materiales convencionales como arcilla y arena, junto con residuos de aserrín incorporados como sustituto parcial. En cuanto a la metodología, se llevaron a cabo ensayos mecánicos de compresión uniaxial y de flexión a tres puntos, con el fin de cuantificar la influencia del reemplazo del árido fino sobre la capacidad resistente del adobe. Los resultados evidenciaron que una sustitución del 4 % en volumen de la arena por aserrín incrementó significativamente la capacidad de soportar esfuerzos de compresión, mientras que la resistencia frente a la flexión mostró una disminución moderada. No

obstante, dado que la resistencia a la flexión no constituye una propiedad determinante en la evaluación estructural del adobe, se concluyó que la incorporación del aserrín en dicha proporción resulta técnica y ambientalmente favorable, ya que permite reducir el impacto ecológico asociado a la explotación de agregados naturales y, a su vez, fomenta la valorización de residuos lignocelulósicos.

2.1.2. Nacionales

Alarcon (2025) tuvo como propósito evaluar el efecto de diferentes porcentajes del aserrín de madera del tallo de café (2 %, 3 % y 5 %) en las propiedades físico-mecánicas del adobe, ante la problemática estructural que presentan numerosas viviendas construidas con este material en el Perú, principalmente por su vulnerabilidad frente a eventos naturales como sismos e inundaciones. La investigación, de tipo experimental, consideró una población conformada por 198 adobes fabricados con viruta de café y 162 adobes tradicionales. Se aplicaron ensayos normalizados según la NTP E.080 para determinar las propiedades de resistencia a la compresión, flexión, absorción y succión, así como la respuesta de muretes a esfuerzos de compresión axial y diagonal. Los hallazgos indicaron que el porcentaje óptimo fue el 2 % de viruta, alcanzando 17,01 kg/cm² en compresión, 20,02 kg/cm² en flexión, 3,32 g/min/200 cm² en absorción-succión, 14,05 kg/cm² en compresión de muretes y 0,94 kg/cm² en compresión diagonal. Se determinó que la adición de partículas provenientes del tallo del café mejoró significativamente el desempeño estructural del adobe, además de reducir su capacidad de absorción de agua, lo cual representa una ventaja frente a la acción de las lluvias, favoreciendo la edificación de viviendas con mayor durabilidad y capacidad para soportar condiciones climáticas desfavorables.

Villacrez y Sánchez (2024) plantearon como objetivo determinar las propiedades físico-mecánicas del adobe al incorporar aserrín y fibra de coco, como solución a la limitada resistencia mecánica y alta absorción de humedad que presentan tradicionalmente las edificaciones en tierra. Para ello, se fabricaron especímenes de adobe convencional, así como mezclas con aserrín (As) en proporciones de 0,5 %, 1 %, 1,5 % y 2 %; y composiciones combinadas con 1,5 % de As más fibra de coco (FC) en proporciones de 0,5 %, 1 %, 1,5 % y 2 %. Se realizaron ensayos físicos y mecánicos, entre ellos alabeo, absorción, compresión, flexión, compresión axial en prismas y tracción indirecta aplicada a muretes. Los resultados físicos mostraron una variabilidad en el alabeo, sin una tendencia definida, en tanto que las probetas que contenían ambas fibras mostraron una menor absorción en comparación con aquellas fabricadas únicamente con As, aunque superaron el valor del adobe patrón (1,6 %). En cuanto a los ensayos mecánicos, el contenido óptimo de aserrín fue del 1,5 %, ya que alcanzó los valores más altos de resistencia en compresión, flexión y tracción, superando al adobe tradicional. Asimismo, se evidenció que la mezcla con 1,5 % de As más 1,5 % de FC logró superar tanto los resultados del adobe patrón como los valores mínimos requeridos según la normativa técnica NTE E.080, concluyéndose que la incorporación combinada de estos residuos lignocelulósicos mejoró significativamente el desempeño estructural del adobe.

Delgado (2023) analizó el desempeño físico y mecánico del adobe reforzado a través de la incorporación parcial de aserrín de madera, se elaboraron 240 unidades experimentales, a partir de una población conformada por adobes fabricados bajo condiciones controladas según prácticas tradicionales en zonas rurales. La investigación empleó una metodología aplicada, con un diseño experimental y enfoque cuasiexperimental, desarrollando mezclas con dosificaciones del 1%, 2%,

3% y 4% de aserrín. Se evaluaron propiedades físicas como el alabeo, la variación dimensional y la succión, además de propiedades mecánicas, incluyendo la resistencia a compresión simple, compresión diagonal y flexión. Los resultados demostraron que el alabeo se redujo significativamente, alcanzando hasta un 12.10% con 1% de adición, mientras que la variación dimensional fue estable, sin generar fisuras. Asimismo, la succión se redujo a un valor mínimo de 0.17% con la dosificación del 2%, la cual también presentó incrementos importantes en la resistencia a la compresión diagonal (21.88%) y a la flexión (5.49%). Por otro lado, la resistencia a compresión en cubos aumentó hasta en un 31% con 4% de adición, y en prismas, hasta en un 11.82% con 3%. Se concluyó que la dosificación óptima fue del 2% de aserrín, al mejorar las características físicas e incrementar de forma significativa las capacidades mecánicas del adobe respecto al diseño convencional sin estabilizantes.

Sanchez y Aldana (2023) identificaron que, a nivel nacional, persistía una problemática estructural en viviendas construidas con unidades de albañilería no convencional, por ello, tuvieron como propósito caracterizar mecánicamente bloques de adobe incorporando viruta de Pinus sylvestris y extracto de aloe vera, a fin de mitigar dichas deficiencias estructurales mediante el uso de insumos naturales, económicos y disponibles localmente. Se elaboraron probetas con adiciones de aloe vera en proporciones de 2 %, 4 %, 6 % y 8 %, determinándose el porcentaje óptimo en función de los resultados. A partir de este valor, se procedió a incorporar Pinus sylvestris en las mismas proporciones (2 %, 4 %, 6 % y 8 %). Los ensayos se desarrollaron conforme a los procedimientos técnicos establecidos en la Norma Técnica Peruana E.080. Los resultados permitieron identificar los porcentajes que optimizaron propiedades como la resistencia mecánica y la absorción de agua, concluyéndose que la combinación de dichos aditivos contribuyó a mejorar

significativamente el desempeño estructural del adobe sin comprometer su viabilidad económica ni su facilidad de producción.

Chonlon y Mejia (2023) tuvieron como objetivo de esta investigación, determinar la resistencia mecánica obtenida al incorporar viruta de madera y tusa de maíz como aditivos aglomerantes en la elaboración de adobes. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño experimental, orientado a interpretar el comportamiento de dichos aditivos. Inicialmente, se efectuó un análisis del suelo para determinar sus propiedades físico-mecánicas antes de incorporar los aditivos en proporciones del 1 %, 2 %, 3 % y 4 %. Se elaboraron un total de 2,023 muestras, las cuales fueron ensayadas a los 28 días, evaluando la resistencia a compresión, tracción, flexión, así como la respuesta estructural en muretes y pilas. El suelo presentó un módulo de fineza de 2.756 y un contenido de humedad de 9.55 %, clasificándose como CL según la SUCS, con un límite líquido de 31.7 %, un límite plástico de 20.61 % y un índice de plasticidad de 11.09, describiéndose como una arcilla de baja plasticidad con contenido arenoso. En cuanto a los resultados mecánicos, se evidenció que la muestra patrón alcanzó una resistencia de 9.80 kg/cm², mientras que la adición de 3 % de viruta de madera incrementó la resistencia a 10.33 kg/cm² y la inclusión de 2 % de tusa de maíz arrojó un valor de 14.10 kg/cm². En consecuencia, se concluyó que las adiciones propuestas cumplieron con la hipótesis planteada, representando un aporte significativo para el desarrollo sostenible en el ámbito de la construcción.

2.1.3. Locales

Vilca (2025) evaluó la influencia de la ceniza del tallo de tarwi (CTT) en las propiedades físico-mecánicas del adobe empleado en el Centro Poblado Munaypa - Inchupalla, provincia de Huancané, región Puno, durante el año 2023. La muestra estuvo conformada por unidades patrón y adobes con incorporaciones del 0.75 %,

3.25 % y 5.75 % de CTT, alcanzando un total de 124 probetas. La población comprendió los especímenes elaborados bajo condiciones controladas de laboratorio. La metodología empleada correspondió a una investigación aplicada, de nivel explicativo, con un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental; se emplearon como técnicas la inspección directa y la documentación instrumental mediante fichas, equipos fotográficos y normas técnicas E.080, E.070 y NTP vigentes. Los resultados evidenciaron que la adición de 5.75 % de CTT permitió una absorción promedio de 14.32 % en un tiempo de 2 h 30 min, mientras que la incorporación del 3.25 % mejoró la resistencia a compresión de pilas (8.14 kg/cm²), la tracción indirecta del mortero (0.17 kg/cm²) y la compresión diagonal de muretes (0.32 kg/cm²). En conclusión, la presencia de ceniza del tallo de tarwi incrementó el desempeño físico y mecánico del adobe, optimizando su durabilidad y resistencia estructural.

Vilca y Machaca (2024) evaluaron la influencia de la incorporación de virutas de eucalipto en las propiedades físico-mecánicas y en el comportamiento sísmico de modelos a escala reducida construidos con adobe modificado en los distritos de Chupa y Chucuito. La muestra consistió en adobes de referencia fabricados a partir de material proveniente de cantera, paja e ichu y agua, así como por unidades mejoradas con adiciones del 25 %, 50 % y 75 % de virutas de eucalipto respecto al peso de la paja. La población incluyó un total de 24 probetas cúbicas de 10 cm, 24 prismáticas de 40×19×10 cm y cuatro modelos a escala por cada zona de estudio. La metodología aplicada fue de tipo experimental, empleando ensayos de compresión, flexión y pruebas dinámicas sobre una mesa vibratoria. Los resultados mostraron que la proporción del 50 % de virutas de eucalipto fue la más eficiente, incrementando la resistencia a compresión en 48.44 % para la cantera de Chupa y en 13.21 % para la de Chucuito, mientras que la resistencia a flexión aumentó en 68.25 % y 24.75 %,

respectivamente. Finalmente, en el ensayo sísmico dinámico, los modelos con adición de virutas evidenciaron mayor ductilidad estructural, concluyéndose que la incorporación del 50 % de virutas de eucalipto mejoró significativamente la capacidad resistente y deformacional del adobe frente a solicitaciones sísmicas.

Huenece (2023) tuvo como propósito determinar la influencia de ambos aditivos naturales en las propiedades mecánicas del adobe. La investigación se desarrolló con una muestra de unidades y prismas de adobe elaborados bajo distintas dosificaciones, pertenecientes a una población representativa de material constructivo tradicional de la región de Puno. Se aplicó un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, con diseño experimental y nivel explicativo, orientado a identificar la respuesta estructural del material. Los resultados evidenciaron que la combinación de 3 % de ceniza de Lemna gibba y 0.25 % de fibra de Furcraea andina incrementó la resistencia a la compresión de la unidad en 2.37 %, del prisma en 1.28 % y la resistencia a la flexión en 35.29 %. En consecuencia, se concluyó que la adición controlada de estos componentes vegetales optimizó el desempeño mecánico del adobe, fortaleciendo sus propiedades estructurales y aportando una alternativa sostenible para la construcción en zonas rurales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aserrín de Madera

El aserrín de madera se definió como el conjunto de partículas finas y polvo generado durante los procesos industriales de aserrado, corte, pulido y manipulación de la madera (Garzón et al., 2004). Se clasificó como un subproducto de bajo costo y fácil obtención en plantas madereras, donde se recolecta habitualmente mediante equipos como amoladoras. Este subproducto se encuentra disponible en grandes

volúmenes, dada la amplitud de la industria maderera, lo que lo transforma en un material asequible y de disponibilidad sencilla (Villacrez & Sánchez, 2024).

Diversos autores tales como Delgado (2023) y Quío (2016) coincidieron en señalar que, aunque históricamente fue considerado un desecho sin propósito útil, su aprovechamiento dentro del sector constructivo ha generado un creciente interés por su potencial para reemplazar parcialmente el agregado fino en materiales como el adobe, lo cual no solo favorece la sostenibilidad del entorno al reducir la cantidad de desechos enviados a los vertederos, sino que además ofrece ventajas económicas, pues el aserrín se estima como un insumo reutilizable y rentable para la fabricación de diversos compuestos empleados en obras civiles.

Figura 1

Aserrín subproducto de la madera



Nota: Extraído de la web, 2025.

2.2.1.1. Tipos

Diversos autores coincidieron en que la granulometría del aserrín constituyó un factor determinante en sus propiedades físicas, mecánicas y de uso en materiales de construcción (Garzón et al., 2004; Gayosso et al., 2018; Quío, 2016). Según Garzón et al. (2004), la fracción fina del aserrín, conformada por partículas menores a 1 mm, posee elevada superficie específica, lo cual favoreció su integración en matrices cementantes y permitió su uso en tableros o materiales absorbentes. En

contraste, la fracción gruesa, con partículas superiores a 2 mm, presentó menor densidad y mayor volumen aparente, siendo más idónea para aplicaciones como compostaje o lechos animales.

Tabla 2

Clasificación de propiedades del Aserrín de Madera

Criterio de Clasificación	Tipo	Características Principales
Granulometría	**Fracción fina**	Partículas < 1 mm; elevada superficie específica.
	Fracción gruesa	Astillas > 2 mm; mayor volumen aparente.
Tipo de madera	**Maderas blandas**	Ej.: pino, abeto; menor densidad; alto contenido de lignina
	Maderas duras	Ej.: roble, nogal, caoba; mayor peso y densidad; partículas densas.

Nota: Elaborada en base a Flores et al. (2022) y Serret et al. (2016)

Flores et al. (2022) identificaron en aserrín de eucalipto procedente de Ecuador tamaños inferiores a 2 mm para la fracción fina y de 2 a 5 mm para la gruesa, con densidades de 0.288 g/cm³ y 0.291 g/cm³, y humedades de 29.96 % y 13.53 % respectivamente. Por su parte, Serret et al. (2016) encontraron diámetros medios de partícula variables en distintos aserrines: 1.59 mm en algarrobo, 3.2 mm en majagua y 4.8 mm en cedro, destacando que estos tamaños influyeron en sus propiedades físicas, energéticas y mecánicas.

Gayoso et al. (2018) aportaron datos específicos sobre el aserrín de pino, indicando que presentó 24.1 % de partículas menores a 0.25 mm, 3.8 % entre 0.25 y 0.5 mm, y 41.7 % entre 0.5 y 1.0 mm. Este aserrín mostró una densidad aparente de 0.14 g/cm³, porosidad total de 86.83 %, porosidad de aireación de 29.74 % y porosidad de retención de agua de 57.09 %, valores favorables para usos en sustratos y materiales constructivos.

Adicionalmente, estudios recientes sobre especies forestales de Pucallpa (2023) demostraron que la densidad de la madera influyó directamente en la granulometría del aserrín producido. Así, especies densas como Calycophyllum spruceanum (Capirona) y Dipteryx micrantha (Shihuahuaco) generaron mayor porcentaje de partículas finas, mientras que especies de mediana y baja densidad, como Ceiba pentandra (Lupuna blanca), Virola calophylla (Cumala) y Copaifera paupera (Copaiba blanca), produjeron porcentajes más elevados de partículas gruesas. Asimismo, la morfología de estas partículas se caracterizó por niveles de redondez entre 0.3 y 0.7 y esfericidad de 0.3 a 0.9, dependiendo de la especie y el tamaño del tamiz utilizado.

2.2.1.2. Características físico-mecánicas

Por sus características físicas y químicas, el aserrín ha dejado de considerarse únicamente un desecho, adquiriendo relevancia como material alternativo en aplicaciones constructivas (Villacrez y Sánchez, 2024). En términos de propiedades físicas y mecánicas, el aserrín presenta parámetros técnicos relevantes que determinan su comportamiento en aplicaciones constructivas, tales como la gravedad específica, el contenido de humedad, la densidad aparente y el tamaño promedio de sus partículas (Delgado, 2023; Villacrez y Sánchez, 2024).

Tabla 3

Características físicas del Aserrín de Madera

Especie	Densidad Aparente	% Partículas finas (Tamiz N°45)	Redondez	Esfericidad
Capirona	Alta	18.0 %	0.3 – 0.7	0.7 – 0.9
Shihuahuaco	Alta	21.4 %	0.3 – 0.7	0.5 – 0.9
Cumala	Media	15.0 %	0.3 – 0.5	0.5 – 0.7
Copaiba blanca	Media-Baja	9.9 %	0.5 – 0.7	0.7 – 0.9
Lupuna blanca	Baja	5.9 %	0.3 – 0.5	0.1 – 0.5

Nota: Elaborada en base a Gayosso et al. (2018)

2.2.1.3. Contenido de humedad

El contenido de humedad es una de las variables más influyentes en el comportamiento físico del aserrín (Salvador et al., 2023). La madera fresca puede presentar contenidos de humedad que oscilan entre el 20 % y hasta más del 200 %, según la especie y las condiciones existentes ambientales. No obstante, tras su almacenamiento o procesamiento, el aserrín suele estabilizarse en rangos entre 8 % y 25 % de humedad (Delgado, 2023).

2.2.1.4. Gravedad específica y densidad aparente

La gravedad específica del aserrín de madera se ha reportado en valores promedio de 2.12, a lo cual Siyapze et al. (2023) indicaron que el aserrín utilizado en la fabricación de ladrillos se originó a partir del proceso de trituración del aserrín de madera, presentando una densidad aparente de aproximadamente 0.135 g/cm³ y un coeficiente de absorción cercano al 240 %. Además, señalaron que las partículas de aserrín mostraron longitudes comprendidas entre 2.5 y 4.0 mm, lo que evidencia su

adecuada granulometría para ser empleado como componente ligero dentro de mezclas destinadas a la elaboración de materiales cerámicos.

Este parámetro refleja la relación entre la densidad del aserrín y la del agua, y permite inferir su comportamiento en mezclas, ya que materiales con menor gravedad específica tienden a generar compuestos más livianos, atributo especialmente valioso para la fabricación de elementos constructivos de bajo peso como el adobe estabilizado (Delgado, 2023).

2.2.1.5. Tamaño medio de partícula

El tamaño de partícula constituye otro aspecto fundamental en la caracterización física del aserrín (Salvador et al., 2023). Se ha reportado un diámetro medio de partícula alrededor de 590 µm, aunque en otras investigaciones sobre polvo de aserrín se registraron fracciones que varían entre 212 µm y 2 mm (Delgado, 2023).

Tabla 4

Propiedades físicas y mecánicas del aserrín de madera

Indicador Técnico	Valor
Gravedad específica	2.12
Contenido de humedad (%)	19.50
Densidad aparente (kg/m³)	295
Tamaño medio de partícula	590 µm

Nota: Elaborada en base a Delgado (2023)

2.2.1.6. PH del aserrín de madera

El pH del aserrín de madera es la medida de acidez o alcalinidad de las partículas finas de madera cuando interactúan con agua o soluciones acuosas, y refleja la concentración de iones hidrógeno presentes. Estudios experimentales han demostrado que los valores de pH medidos directamente en aserrín o madera molida de diversas especies maderables se encuentran predominantemente en un rango ácido o ligeramente ácido, generalmente entre pH ~4.5 y 5.3 dependiendo de la

especie y del método de medición empleado (Geffert et al., 2019). Esta acidez se atribuye a la presencia de ácidos orgánicos y grupos funcionales en la composición química de la madera, lo cual influye en procesos de interacción con agua, adhesión y comportamiento en mezclas cuando se usa como material aditivo (Čabalová et al., 2023; Geffert et al., 2019)

2.2.2. Adobe

El adobe representa uno de los materiales constructivos más antiguos empleados por el ser humano, con evidencias de edificaciones que superan los 10,000 años de antigüedad (Wu et al., 2017). Desde el siglo VIII a. C., su composición básica —tierra, agua, arcilla y fibras vegetales— ha permanecido prácticamente inalterable, lo cual demuestra su eficacia y adaptabilidad. A pesar de la disminución en su uso ante el surgimiento de materiales industriales más resistentes, sigue vigente en regiones rurales y en países desarrollados, donde se valora como un recurso de construcción sostenible y ecológico (Mamani et al., 2021).

En el contexto peruano, el adobe ha tenido un papel fundamental tanto en épocas prehispánicas como coloniales. Civilizaciones como Caral, Moche, Nazca y Chimú emplearon técnicas avanzadas de fabricación y disposición de bloques de adobe, lo cual es evidente en monumentos emblemáticos como Chan Chan, la Huaca del Sol y la Huaca de la Luna. Incluso durante el periodo colonial, el adobe se mantuvo como un material importante en viviendas, iglesias y otras construcciones, aunque su vulnerabilidad sísmica impulsó el desarrollo de sistemas mixtos como la quincha para mejorar su resistencia (Alfaro, 2019; Calisaya y Gomez, 2023).

Figura 2

Adobe artesanal



Nota: Extraída de la web, 2025.

2.2.2.1. Definición

El adobe se describe como un elemento constructivo fabricado a partir de tierra sin someterla a cocción, moldeada y posteriormente secada al sol (Bolaños, 2016). Su composición puede incluir agregados como paja, arena gruesa o materiales estabilizantes, cuya finalidad es incrementar su durabilidad y resistencia frente a agentes externos. Se caracteriza por ser un material maleable durante su fabricación, de rápido endurecimiento al secarse, y poseedor de destacadas características térmicas y sonoras favorables, lo que lo vuelve una opción adecuada en zonas climáticamente extremos (Quijano, 2023; Quío, 2016).

2.2.2.2. Orígenes y Cultura

En diferentes regiones del mundo, el adobe se consolidó como material vernáculo esencial por su gran disponibilidad y sus propiedades térmicas y estructurales. En Mesopotamia y Oriente Medio, las estructuras religiosas, militares y civiles emplearon adobes secados al sol como componente mayoritario de la construcción, evidenciando conocimientos avanzados de diseño en regiones áridas (Tunalı, 2015). De manera similar, en el antiguo Egipto se construyeron almacenes y

bóvedas enteras con adobes, cuyas técnicas y estado de preservación han sido objeto de estudios contemporáneos para la conservación de patrimonio arquitectónico (El-Derby y Elyamani, 2016)

La construcción con tierra ha constituido, desde épocas remotas, un componente esencial del patrimonio cultural y arquitectónica del Perú. Múltiples civilizaciones prehispánicas desarrollaron técnicas avanzadas para edificar complejos monumentales y ciudades enteras empleando tierra en diferentes formas, como adobe, tapial o barro combinado con piedra. Esta tradición ha perdurado durante siglos, adaptándose a contextos históricos, climáticos y socioeconómicos, y actualmente forma parte del patrimonio cultural reconocido por organismos internacionales como la UNESCO (Alfaro, 2019).

2.2.2.3. La Civilización Caral

Caral, reconocida como el origen de la civilización andina, se localiza en el valle de Supe, aproximadamente a 182 kilómetros al norte de la ciudad de Lima. Con una antigüedad aproximada de 5,000 años, constituye la ciudad más antigua de América y coexistió en el tiempo con otras grandes civilizaciones como Egipto, China, Sumeria e India. Fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO.

La Ciudad Sagrada de Caral destaca por su marcado carácter religioso y ceremonial, evidente en sus pirámides monumentales, plazas, atrios y altares del fuego sagrado. Sus estructuras incluyen pirámides de gran envergadura, como la Pirámide Mayor, de 150 m de largo, 110 m de ancho y 28 m de altura, y el Templo del Anfiteatro, un complejo amurallado de 29 m de diámetro. Estas edificaciones se erigieron combinando materiales como el barro y la piedra, demostrando el alto grado de conocimiento constructivo alcanzado por esta civilización.

2.2.2.4. La Ciudad de Chan Chan

Chan Chan fue la capital del pueblo Chimú y representa la urbe de adobe más grande del continente americano y la segunda más vasta del planeta. Fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1986, se localiza en la costa norte del Perú, al noroeste de Trujillo, abarcando aproximadamente 20 km².

Este complejo urbano está integrado por nueve conjuntos amurallados interconectados mediante avenidas y calles que separan áreas residenciales, barrios artesanales, talleres, pozos y depósitos. Sus muros de adobe poseen hasta 12 metros de altura y bases de cinco metros de espesor, disminuyendo progresivamente hacia la parte superior para incrementar su resistencia sísmica. Las paredes destacan por sus relieves decorativos con motivos geométricos, peces y aves, reflejando la estrecha relación de la cultura Chimú con el mar.

2.2.2.5. El Complejo Arqueológico de Tunanmarca

Ubicado en el departamento de Junín, en la sierra central del Perú, el complejo arqueológico de Tunanmarca se emplaza en la cima del cerro Tunun, a 20 km al oeste de Jauja. Este sitio, de aproximadamente 32 hectáreas, estuvo habitado entre los siglos XIII y XV, alcanzando una población cercana a 15,000 habitantes antes de la expansión incaica.

Tunanmarca sobresale por sus sofisticadas construcciones de planta circular, erigidas principalmente en barro y piedra, y por un notable sistema hidráulico. Sus viviendas, típicas casas huancas, presentan muros de entre 1.5 y 2 metros de altura y puertas trapezoidales. Las paredes están formadas por piedras poligonales labradas en sus caras visibles, unidas mediante mortero de arcilla y arena molida, lo cual ha permitido la conservación de estas estructuras pese a los embates naturales a lo largo de los siglos.

En el contexto local, Canaza (2021) destacó que en la región de Puno, Perú, la elaboración del adobe mantuvo un arraigo cultural profundo, heredado de técnicas ancestrales andinas. Tradicionalmente, las comunidades utilizaron tierra, agua, ichu o paja como elementos estabilizadores, aunque en los últimos años se incorporaron materiales residuales como el aserrín de madera, promoviendo una transición hacia métodos constructivos más ecológicos. Esta práctica reflejó una adaptación cultural orientada a la sostenibilidad, sin perder la identidad arquitectónica rural característica del altiplano puneño.

En el altiplano puneño, las culturas preincaicas Pukara y Tiahuanaco desarrollaron sistemas constructivos basados en el adobe, adaptando la tierra local como principal recurso estructural. Según Apaza (2018), los Putucos de Samán y Taraco representan una herencia directa de esas tradiciones, pues sus muros de tierra cruda evidenciaron técnicas constructivas transmitidas por generaciones, conservando la cosmovisión andina del equilibrio entre funcionalidad y entorno. Estas edificaciones, realizadas únicamente con adobe y champa, simbolizaron un conocimiento empírico vinculado a la identidad cultural y a la resiliencia ambiental frente a las condiciones extremas del altiplano.

Huarachiri (2018) destacó que los Putucos de Puno, asociados a comunidades herederas de las culturas Colla y Lupaca, conservaron el uso exclusivo del adobe como material principal, sin incorporación de aditivos modernos. Estas estructuras reflejaron una evolución cultural en la que la tierra se mantuvo como elemento simbólico y funcional, evidenciando la continuidad del conocimiento ancestral. Asimismo, estudios contemporáneos en Atuncolla confirmaron que las viviendas vernáculas de adobe, además de ser bioclimáticas, preservaron el legado de técnicas

constructivas originadas en civilizaciones andinas que valoraban la sostenibilidad y la integración con el paisaje natural.

2.2.2.6. Perspectiva Actual del Adobe en el Perú

Aunque el uso del adobe ha disminuido en el ámbito urbano debido a su vulnerabilidad frente a movimientos sísmicos y la competencia de materiales industriales, continúa vigente en las zonas rurales peruanas, donde los recursos económicos y el acceso a materiales industrializados son limitados. Además, gracias a su bajo impacto ambiental y excelente comportamiento térmico, ha resurgido como una opción sostenible en la arquitectura contemporánea (Bolaños, 2016; Del Carpio, 2020).

Instituciones como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y centros de investigación como SENCICO han promovido estudios y capacitaciones para mejorar las técnicas de construcción con adobe, incorporando aditivos como cal, cemento o fibras vegetales para incrementar su resistencia estructural. Recientemente, se exploran nuevas alternativas de refuerzo, como el uso de aserrín de madera, lo cual constituye la base de investigaciones contemporáneas como la que motiva el presente estudio (Alfaro, 2019).

2.2.2.7. Composición del Adobe

Tierra

La tierra empleada para elaborar adobe está conformada por partículas de diversos tamaños y naturalezas, tales como arcillas, arenas, limos y gravas. Para asegurar la calidad del adobe, se requiere un suelo inorgánico, libre de materiales orgánicos que puedan generar vacíos o fisuras tras el secado. Es indispensable retirar piedras de gran tamaño (superiores a 5 mm) y, en zonas agrícolas, eliminar la capa

superficial del suelo para evitar restos de materia vegetal (Delgado, 2023; Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

Arcilla

La arcilla es un componente fundamental en la mezcla del adobe, pues otorga cohesión y plasticidad, permitiendo moldear y consolidar los bloques. Está formada por partículas finas provenientes de procesos de meteorización y transporte natural. Generalmente, en construcción, se prefiere arcilla sin carbonatos, compuesta por minerales como ilita y esmectita, ya que confiere mejores propiedades mecánicas (Delgado, 2023; Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

Arena

La arena, integrada por fragmentos minerales de diámetro entre 0.065 mm y 2.0 mm, se incorpora al adobe como agregado para limitar la contracción y evitar grietas durante el secado. Su clasificación granulométrica distingue entre arena fina (≤1 mm) y arena gruesa (1–5 mm). Su proporción en la mezcla es determinante para asegurar resistencia y trabajabilidad (Delgado, 2023; Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

Paja

La paja, fibra vegetal residual proveniente de gramíneas y cereales, ha sido históricamente utilizada en la elaboración de adobe para reforzar su estructura y reducir la aparición de fisuras por retracción durante el secado. Además, aporta propiedades térmicas y acústicas, y es de bajo costo y fácil acceso. Su uso es documentado desde tiempos ancestrales, consolidándose como el refuerzo más antiguo incorporado en el adobe (Delgado, 2023; Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

Barro

El barro se obtiene al mezclar tierra y agua, originando una pasta plástica que se endurece al secarse. Su versatilidad lo ha hecho indispensable tanto en la producción de adobes como en técnicas de construcción como el tapial. En zonas rurales, constituye una solución eficiente frente a la escasez de materiales industriales (Delgado, 2023; Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

Agua

El agua, componente esencial de la mezcla, permite la correcta manipulación y compactación del adobe. Debe estar libre de impurezas, sales, cloruros o sulfatos, para evitar reacciones químicas adversas que comprometan la resistencia de los bloques. Su dosificación adecuada garantiza la trabajabilidad de la mezcla y la cohesión interna de los adobes (Delgado, 2023; Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

PH del adobe

El pH del adobe corresponde al valor de acidez o alcalinidad de la masa terrígena utilizada en la fabricación de ladrillos o bloques de tierra cruda, siendo una propiedad físico-química que depende principalmente de la composición del suelo base y de la presencia de minerales y aditivos naturales. Según mediciones realizadas en suelos empleados para la producción de adobe, el pH puede situarse generalmente en un rango ligeramente alcalino, entre 7.15 y 8.0, lo que refleja la influencia de carbonatos y otros minerales presentes en el suelo (Read et al., 2000). Por su parte, estudios en el Perú han reportado valores específicos de pH en adobes tradicionales, como en el sitio Monte Lima, donde se registró un pH de 7.38, lo cual evidencia que estos materiales presentan un comportamiento ligeramente alcalino que influye en su cohesión, durabilidad y resistencia frente a la humedad (D.

Gonzales, 2024). Estos hallazgos muestran que el pH es un indicador relevante para la caracterización de adobes, tanto en contextos arqueológicos como en construcciones actuales, y que su determinación es esencial para comprender la estabilidad y comportamiento físico de este material constructivo.

2.2.2.8. Características Constructivas del Adobe

La normativa técnica peruana (NTE E.080) regula las dimensiones de los bloques de adobe, estableciendo que los ladrillos rectangulares deben tener un largo equivalente al doble de su ancho, y que la relación entre largo y altura debe aproximarse a 4:1, con un espesor mínimo de 8 cm. Esta Variación Dimensional asegura estabilidad estructural y facilidad constructiva (Delgado, 2023; Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

2.2.3. Propiedades Físicas del Adobe

Las propiedades físicas del adobe permiten evaluar su comportamiento frente a factores ambientales y su estabilidad dimensional durante el secado y uso en obra (Ministerio de Vivienda de Perú, 2017). Estos parámetros incluyen la composición y características del suelo utilizado, la tendencia al alabeo, el peso unitario y la capacidad de absorción de agua. Dichas propiedades son determinantes para garantizar la calidad de los bloques y asegurar un buen desempeño estructural en construcciones tradicionales o reforzadas. La evaluación de estas características se realiza mediante ensayos empíricos y normalizados, adaptados a la naturaleza artesanal del material (Delgado, 2023).

2.2.3.1. Características del Suelo

Las características del suelo constituyen el conjunto de propiedades geotécnicas y granulométricas que determinan su idoneidad para la fabricación de

adobe. Estas propiedades comprenden la plasticidad, la granulometría, el contenido de humedad y la clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Su evaluación se realiza mediante ensayos normalizados como los límites de Atterberg, análisis granulométrico y determinación del contenido de humedad, que permiten establecer su comportamiento mecánico y de trabajabilidad. Un suelo apto para adobe debe presentar una adecuada proporción de arena y arcilla, libre de materia orgánica y partículas gruesas, garantizando cohesión, resistencia y estabilidad dimensional en las unidades fabricadas (Alarcon, 2025).

2.2.3.2. Variación Dimensional

La propiedad geométrica del adobe se entendió como la característica dimensional vinculada a su forma, volumen y proporciones, las cuales condicionaron su comportamiento estructural y constructivo. Dichas dimensiones comprendieron largo, ancho y espesor, que debieron cumplir con criterios de uniformidad para asegurar estabilidad en la mampostería y facilitar el aparejo durante el levantamiento de muros. Asimismo, esta propiedad se relacionó con la homogeneidad de los adobes, ya que variaciones significativas en su Variación Dimensional podían generar discontinuidades, afectar la distribución de esfuerzos y reducir la resistencia mecánica de la unidad constructiva (Delgado, 2023).

2.2.3.3. Alabeo

El alabeo corresponde a la deformación superficial de los bloques de adobe, generando una curvatura convexa o cóncava que puede comprometer la alineación en obra. Este fenómeno está relacionado con variaciones dimensionales producidas por la contracción durante el secado y con la heterogeneidad en la humedad del bloque (Delgado, 2023). La medición del alabeo se realiza mediante la comparación

de cotas en la superficie convexa y cóncava, siguiendo los lineamientos establecidos en la NTP .

2.2.3.4. Peso Unitario

Bolaños (2016) y Sandoval (2021) nos logran ayudar a entender que el peso unitario representa la masa de un bloque de adobe por unidad de volumen, incluyendo los poros internos. Este parámetro depende de la densidad de las partículas del suelo, la porosidad generada en el secado y la humedad residual.

2.2.3.5. Absorción

La absorción indica la cantidad de agua que el adobe puede retener tras un periodo de inmersión, generalmente de 24 horas, y está estrechamente vinculada a su porosidad y composición granulométrica. El ensayo de absorción por capilaridad determina la capacidad del bloque para absorber humedad desde la base, factor crítico para evaluar su comportamiento frente a filtraciones y ascenso capilar en muros. Un bajo porcentaje de absorción mejora la durabilidad del material y su resistencia ante agentes meteorológicos (Delgado, 2023).

2.2.4. Propiedades Mecánicas del Adobe

Las propiedades mecánicas del adobe determinan su capacidad para soportar cargas y esfuerzos, y son esenciales para el diseño estructural de edificaciones en tierra (Ministerio de Vivienda de Perú, 2017). Estas se evalúan mediante ensayos de compresión en unidades individuales y en elementos ensamblados (Villacrez y Sánchez, 2024).

2.2.4.1. Resistencia a la Compresión en Unidades Cúbicas

La resistencia a la compresión en unidades cúbicas se determina aplicando carga axial sobre bloques de adobe tallados en forma de cubo, generalmente de 10

cm de arista. Este ensayo permite conocer la resistencia intrínseca del material, sin la influencia de juntas o elementos de enlace.

2.2.4.2. Resistencia a la Compresión en Muretes no convencionales

Este ensayo evalúa el comportamiento integral del material considerando la interacción entre los bloques y las juntas de mortero, lo que proporciona una estimación más representativa de su desempeño real en obra (Sanchez y Aldana, 2023). Se ejecuta sobre muretes no convencionales construidos con tres bloques dispuestos en soga, cuyas dimensiones estándar son de 23 cm de largo, 12.5 cm de ancho y 9 cm de alto, exigiéndose una resistencia última mínima de 6.12 kg/cm² (aproximadamente 0.6 MPa) para cumplir criterios de estabilidad y seguridad estructural (Ministerio de Vivienda de Perú, 2017).

2.2.4.3. Resistencia a la Compresión Diagonal

La resistencia a la compresión diagonal, o ensayo de tracción indirecta, se aplica a muretes de adobe con dimensiones aproximadas de 0.65 m × 0.65 m y espesor acorde a la unidad utilizada (Ministerio de Vivienda de Perú, 2017). Su evaluación es fundamental para determinar la capacidad del muro para resistir esfuerzos de corte y tracción combinados, siendo clave para el diseño antisísmico en edificaciones de adobe (Chonlon y Mejia, 2023).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la Investigación

El presente estudio adopta un **enfoque cuantitativo**, dado que se centra en la obtención, medición y análisis de datos expresados en valores numéricos. Este enfoque resulta pertinente, ya que permite evaluar con precisión el impacto del contenido de aserrín de madera sobre las propiedades físicas y mecánicas del adobe, mediante la aplicación de pruebas normalizadas de laboratorio.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación fue de **tipo aplicada – experimental**, dado que se orientó a comprobar cómo el contenido de aserrín influía en las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado. Para ello, se manipuló la variable independiente (porcentajes de aserrín en 2%, 10% y 20%) y se evaluaron sus efectos en las variables dependientes.

3.3. Nivel de Investigación

El estudio se desarrolló con un **nivel explicativo**, debido a que buscó identificar y analizar la influencia del aserrín de madera en las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado. Este nivel permitió no solo describir las características del material y sus variaciones, sino también explicar la relación causa-

efecto entre la dosificación del aserrín y los cambios en parámetros de las propiedades físicas y mecánicas.

3.4. Diseño de la Investigación

La investigación adoptó un **diseño experimental de tipo aplicado y longitudinal**, ya que se manipuló la variable independiente (porcentajes de aserrín: 2%, 10% y 20%) en la elaboración de las muestras de adobe para evaluar su efecto en las variables dependientes. El diseño se caracterizó por el control de las condiciones de ensayo, la comparación de resultados frente a un grupo de referencia y la repetición de pruebas normalizadas de laboratorio, lo cual permitió obtener datos confiables y comparables a lo largo del proceso investigativo.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

La población del estudio estuvo conformada por todas las unidades de adobe elaboradas a partir de suelo natural estabilizado con diferentes porcentajes de aserrín de madera. Estas unidades constituyeron el universo experimental de la investigación, puesto que compartieron las mismas condiciones de fabricación, curado y evaluación en laboratorio.

3.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por un total de 142 unidades de adobe, distribuidas en función de los diferentes porcentajes de adición de aserrín y los tipos de ensayos aplicados. En el caso de los bloques patrón y de los adobes con 2%, 10%, 20% de aserrín, se ejecutaron pruebas de resistencia a la compresión en cubos, muretes no convencionales y muretes diagonales, además de los ensayos físicos de alabeo, absorción de agua y peso unitario. En cambio, para los adobes con 20% de

aserrín se efectuaron las mismas pruebas, con excepción del ensayo de compresión diagonal en muretes.

Tabla 5

Unidades de Adobe para cada ensayo

ADOBE	Ensayo de Resistencia a la compresión en cubos	Ensayo de Resistencia a la compresión en muretes no convencionales	Ensayo de Resistencia a la compresión diagonal en Muretes	Alabeo	Absorción de agua	Peso Unitario
PATRON	3	9	18	3	3	4
ADOBE CON 2% DE ASERRÍN	3	9	18	3	3	4
ADOBE CON 10% DE ASERRÍN	3	9	18	3	3	4
ADOBE CON 20% DE ASERRÍN	3	9		3	3	4
					TOTAL	142

3.5.3. Muestreo

El muestreo aplicado fue de tipo no probabilístico por conveniencia, dado que la selección de las unidades de adobe se realizó en función de la viabilidad experimental, la disponibilidad de materiales y el criterio técnico del investigador. Según Mamani y Viracocha (2023), este tipo de muestreo permite elegir elementos representativos de manera intencional para obtener resultados específicos. Bajo esta estrategia, se definieron los grupos de comparación entre el adobe patrón y los adobes con 2 %, 10 % y 20 % de aserrín, garantizando la evaluación de sus propiedades físico-mecánicas en condiciones controladas.

3.6. Técnica e Instrumentos

3.6.1. Ámbito de Estudio

La investigación se desarrolló en la región de Puno, en áreas representativas para la obtención de suelos empleados en la elaboración de adobes estabilizados. En una primera etapa, se identificaron cuatro canteras naturales, de las cuales se recolectaron muestras a fin de determinar sus características físicas y

granulométricas. Posteriormente, en base a los resultados obtenidos, se seleccionaron dos canteras para el estudio experimental.

Figura 3

Localización de las canteras



Nota: *Localización Geográfica extraído de Google Earth Pro, 2025.*

3.6.2. Técnica

3.6.2.1. Estudio de Caracterización de Suelos

La comparación de estas cuatro canteras permitió disponer de un contraste entre un suelo granular de buena calidad y un suelo arcilloso de alta plasticidad, lo cual resultó pertinente para evaluar el efecto del aserrín en la mejora de las propiedades físico-mecánicas de los adobes estabilizados fabricados a partir de dichos materiales.

Reconocimiento de la cantera C-01

La cantera C-01 estuvo ubicada en la región de Puno, en las coordenadas 390118.21 E y 8240443.10 N. Durante la inspección se identificó un suelo de color negro, clasificado visualmente como arcilloso. Se realizó la recolección de muestras

superficiales a una profundidad de 0.00 m, con la finalidad de someterlas a los ensayos de laboratorio correspondientes.

Figura 4

Cantera C-01



Nota: *Se observa la inspección de la cantera C-01 se realizó la recolección de muestras para los ensayos en laboratorio.*

Ensayo de contenido de humedad

El suelo presentó un contenido de humedad natural de 18.06 %, lo que reflejó una alta presencia de agua retenida en el material, propia de su naturaleza arcillosa.

Figura 5

Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de granulometría

De acuerdo con el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422-63), el material correspondió a una arcilla de alta plasticidad (CH) en la clasificación SUCS y a un suelo A-7-6 (16) en la clasificación AASHTO. Se observó un predominio de finos, alcanzando un 97.80 % de partículas menores a la malla N°200, lo que indicó un suelo cohesivo con baja calidad estructural.

Figura 6

Ensayo de granulometría



Ensayo de Límite de Consistencia

El material presentó un límite líquido de 50.17 %, un límite plástico de 26.60 % y un índice de plasticidad de 23.57, clasificándolo como un suelo con alta plasticidad

y elevada compresibilidad, características que limitan su comportamiento mecánico para la construcción de adobes sin estabilización.

Figura 7

Ensayo de límite de consistencia



Reconocimiento de la cantera C-02

La cantera C-02 estuvo ubicada en la región de Puno distrito de Acora, en las coordenadas 421856.62 E y 8239010.82 N. Durante la inspección se identificó un suelo de color rojo, clasificado visualmente como arcilloso. Se realizó la recolección de muestras superficiales a una profundidad de 0.00 m, con la finalidad de someterlas a los ensayos de laboratorio correspondientes.

Figura 8

Cantera C-02



Nota: *Se observa la inspección de la cantera C-02 se realizó la recolección de muestras para los ensayos en laboratorio.*

Ensayo de contenido de humedad

El suelo presentó un contenido de humedad natural de 2.86 %, lo que reflejó una baja retención de agua en el material, propia de su naturaleza arcillosa de tonalidad roja.

Figura 9

Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de granulometría

De acuerdo con el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422-63), el material correspondió a una arcilla de baja plasticidad (CL) en la clasificación SUCS y a un suelo A-6 (12) en la clasificación AASHTO. Se observó un predominio de partículas finas, alcanzando un 88.26 % de material que pasó la malla N°200, lo que indicó un suelo cohesivo con baja calidad estructural, aunque apto para la fabricación de adobes estabilizados.

Figura 10

Ensayo de granulometría



Ensayo de Límite de Consistencia

El material presentó un límite líquido de 38.41 %, un límite plástico de 18.08 % y un índice de plasticidad de 20.33, clasificándolo como un suelo de plasticidad media, con compresibilidad moderada. Estas características sugieren un comportamiento mecánico limitado para construcciones sin adición de estabilizantes, aunque con potencial de mejora mediante adiciones como el aserrín.

Figura 11

Ensayo de límite de consistencia



Reconocimiento de la cantera C-03

La cantera C-03 estuvo ubicada en la región de Puno, en las coordenadas 392415.73 E y 8243199.14 N. Durante la inspección se identificó un suelo de color beige, clasificado visualmente como una arena arcillosa. Se procedió a recolectar muestras en superficie a una profundidad de 0.00 m, con el propósito de someterlas a ensayos de caracterización en laboratorio.

Figura 12

Cantera C-03



Nota: *Se observa la inspección de la cantera C-03 se realizó la recolección de muestras para los ensayos en laboratorio.*

Ensayo de contenido de humedad

El suelo presentó un contenido de humedad natural de 9.51 %, valor que evidenció una capacidad moderada de retención de agua, atribuida a la fracción arcillosa que forma parte de la matriz arenosa.

Figura 13

Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de granulometría

De acuerdo con el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422-63), el material correspondió a una arena arcillosa (SC) en la clasificación SUCS y a un suelo A-4 (2) según AASHTO. Se registró un 42.93 % de partículas menores a la malla N°200, lo que indicó la presencia de finos en cantidad significativa, aunque predominó la fracción arenosa. Estos resultados evidenciaron un suelo de calidad regular a mala, con cohesión limitada.

Figura 14

Ensayo de granulometría



Ensayo de límite de consistencia

El material presentó un límite líquido de 27.64 %, un límite plástico de 17.98 % y un índice de plasticidad de 9.66, lo que permitió clasificarlo como un suelo de baja plasticidad y baja compresibilidad. Este comportamiento mecánico lo convierte en un material más estable que las arcillas puras, aunque con resistencia limitada para estructuras de adobe si no se incorpora un estabilizante como el aserrín.

Figura 15

Ensayo de límite de consistencia



Reconocimiento de la cantera C-04

La cantera C-04 se localizó en la región de Puno, en las coordenadas 421527.06 E y 8241534.00 N. El suelo se identificó como arena rojiza superficial, recolectado a una profundidad de 0.00 m, sin presencia de nivel freático.

Figura 16

Cantera C-04



Nota: *Se observa la inspección de la cantera C-04 se realizó la recolección de muestras para los ensayos en laboratorio.*

Ensayo de contenido de humedad

El suelo presentó un contenido de humedad natural de 2.58 %, considerado bajo, lo que corresponde a materiales granulares con mínima retención de agua.

Figura 17

Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de granulometría

Según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422-63), el suelo fue clasificado como arena pobremente gradada (SP) de acuerdo al SUCS y como A-3 (0) según la clasificación AASHTO. Presentó un 97.88 % de partículas comprendidas entre la malla N°4 y la N°200, lo que evidenció un predominio de arena con escaso porcentaje de finos.

Figura 18

Ensayo de granulometría



Ensayo de límites de consistencia

El suelo no presentó plasticidad, con valores de LL, LP e IP: NP, lo que ratificó su condición granular y su idoneidad como material base en la preparación de adobes estabilizados.

3.6.2.2. Obtención del aserrín de madera

El aserrín utilizado en la presente investigación fue obtenido de carpinterías locales de la región de Puno, como subproducto de las actividades de corte y cepillado de madera empleada en la fabricación de mobiliario. Inicialmente, el material fue recolectado en estado húmedo, por lo que se procedió a su secado al aire libre durante un periodo de 4 días. Es importante señalar que el aserrín debe emplearse en condición seca, ya que su utilización en estado húmedo no resulta adecuada debido a que puede encontrarse en proceso de descomposición, lo cual afecta negativamente su desempeño en la elaboración de adobes. Posteriormente, el material seco fue almacenado en sacos plásticos y trasladado al laboratorio para su respectivo procesamiento.

Figura 19

Muestra de aserrín



3.6.2.3. Dosificación

La dosificación de los materiales se estableció en función al volumen de las unidades de cubos y adobes. Previamente, se realizaron pruebas de mezclas preliminares con el propósito de determinar una composición que cumpliera con los requerimientos establecidos en la Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada". Como resultado de dichos ensayos, se definió una proporción base de 60 % de material arcilloso de baja plasticidad y 40 % de arena arcillosa de alta plasticidad, garantizando una adecuada cohesión y plasticidad durante el proceso de moldeo.

Tabla 6

Dosificación de mezclas de adobe con aserrín

Dosificación de unidades cubicas y adobes						
tipo de especímenes	**cantidad (unidades)**	**Dimensiones (cm)**	**Volumen por unidad (m3)**	**volumen total (m3)**	**porcentaje de aserrín (%)**	**volumen de aserrín (m3)**
Cubos patrón	**3**	15x15x15	**0.0034**	**0.0101**	0	0.0000
Cubos + 2% aserrín	**3**	15x15x15	**0.0034**	**0.0101**	2	0.0002
Cubos + 10% aserrín	**3**	15x15x15	**0.0034**	**0.0101**	10	0.0010
Cubos + 20% aserrín	**3**	15x15x15	**0.0034**	**0.0101**	20	0.0020
Adobes patrón	**37**	9x23x12.5	**0.0026**	**0.0957**	0	0.0000
Adobes + 2% de aserrín	**37**	9x23x12.5	**0.0026**	**0.0957**	2	0.0019
Adobes + 10% de aserrín	**37**	9x23x12.5	**0.0026**	**0.0957**	10	0.0096
Adobes + 20% de aserrín	**19**	9x23x12.5	**0.0026**	**0.0492**	20	0.0098
total	**142**		**volumen total**	**0.3769**	**total, volumen de aserrín (m3)**	**0.0246**

De acuerdo con los cálculos realizados, las cantidades de aserrín incorporadas en las mezclas cúbicas se determinaron considerando el volumen total de las unidades cubicas y adobes donde se obtuvo un volumen total de **0.3769 m3** de material seco.

De igual manera, se calculó la cantidad de aserrín de madera en función del volumen correspondiente a las unidades cúbicas y a los adobes. Como resultado, se obtuvo un volumen total de aserrín de madera de **0.0246 m3**. Dichos cálculos se realizaron considerando el volumen de los adobes y de las unidades cúbicas.

3.6.2.4. Dosificación de la pasta de barro

Para la fabricación de la pasta de barro se utilizó los mismos parámetros con los que se elaboraron los adobes se utilizó un 60% de material arcilloso, 30% de arena arcillosa de alta plasticidad y 10% de ichu.

3.6.2.5. Elaboración de Moldes

Para la fabricación de los adobes estabilizados se construyeron moldes de madera de dos tipos: cúbicos y rectangulares. Los primeros presentaron dimensiones internas de 15 cm × 15 cm × 15 cm, mientras que los segundos tuvieron dimensiones de 23 cm de largo, 12.5 cm de ancho y 9 cm de alto. Ambos modelos fueron diseñados en forma desmontable, lo que facilitó el llenado con la mezcla suelo-aserrín y permitió el desmolde sin dañar la Variación Dimensional de las unidades.

Figura 20

Muestra de moldes de madera



3.6.2.6. Elaboración de Adobes

Para la elaboración de las unidades de adobe, inicialmente se seleccionaron los materiales de las canteras C-02 y C-03. Posteriormente, se procedió con el proceso experimental de fabricación.

En la **Figura 21** se muestra la mezcla inicial del suelo arcilloso, previamente desmenuzado y tamizado para eliminar impurezas.

Figura 21

Mezcla de adobe



En la **Figura 22** se observa la adición de agua en proporciones controladas, con el propósito de alcanzar una consistencia plástica adecuada para el moldeo.

Figura 22

Adición de agua



Seguidamente, en la **Figura 23**, se incorporó aserrín como material estabilizante natural, el cual fue mezclado homogéneamente para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

Figura 23

Adición del aserrín



Posteriormente, en la **Figura 24**, se presentan el moldeado de las unidades de adobe.

Figura 24

Unidad de adobe fuera del molde cúbico



Finalmente, en la **Figura 25**, se presentan los moldes de adobe colocados en superficie plana y bajo condiciones ambientales de secado natural, donde permanecieron el tiempo necesario hasta alcanzar la resistencia mínima requerida para su manipulación.

Figura 25

Secado de unidades de adobe



3.6.2.7. Elaboración de muros convencionales (prismas)

Para la elaboración de muros convencionales (prismas), se realizó con las diferentes unidades de adobe con dosificaciones de 0%,2%,10% y 20% de adición de aserrín. Posteriormente, se procedió con el proceso.

Figura 26

Secado de unidades de prismas



3.6.2.8. Elaboración de muretes

La elaboración de los muretes se realizó empleando unidades de adobe previamente curadas, conformadas según las proporciones y dosificaciones establecidas 0%,2% y 10% de aserrín, en la fase experimental. Cada murete tuvo dimensiones finales de 60 cm × 60 cm, compuestos por tres hiladas de adobes prismáticos asentados mediante mortero de la misma mezcla base del material principal, con el fin de mantener la compatibilidad físico-mecánica entre las juntas y los bloques.

Figura 27

Elaboración de muretes



3.6.3. Ensayos de Propiedades Físicas

Ensayo de Variación Dimensional

El ensayo de Variación Dimensional se efectuó con el propósito de determinar las dimensiones nominales de las unidades de adobe. La metodología se aplicó conforme a la NTP 399.613, empleando como instrumentos una regla y las unidades de adobe previamente moldeadas. Cada bloque fue dispuesto sobre una superficie plana y se midió su largo, ancho y alto. Posteriormente, se registraron los resultados y se obtuvo un promedio de las tres medidas más representativas, lo cual permitió evaluar con precisión la variación dimensional.

Figura 28

Ensayo de variación dimensional



Ensayo de alabeo

El ensayo de alabeo se realizó con el propósito de cuantificar la desviación o deformación superficial de las unidades de adobe. La metodología se aplicó de acuerdo con la NTP 399.613, empleando como equipos una regla metálica, un calibrador vernier y las unidades de adobe. En primera instancia, cada bloque se colocó sobre una superficie plana; luego, la regla metálica se apoyó en forma diagonal sobre la zona de mayor curvatura y, finalmente, con el vernier se midió la concavidad en el punto medio de dicha diagonal. De esta forma, se determinó el grado de alabeo de cada muestra.

Figura 29

Ensayo de alabeo



Ensayo de peso unitario

El ensayo de peso unitario se realizó para determinar la densidad aparente de los bloques de adobe secos, conforme a la NTP 399.613**.** Se emplearon una balanza digital, una regla metálica y las unidades de adobe. Cada muestra fue pesada y se calcularon sus dimensiones para obtener el volumen; finalmente, el peso unitario se determinó dividiendo la masa entre el volumen.

Figura 30

Ensayo de peso unitario



Ensayo de absorción de agua

El ensayo de absorción de agua tuvo como finalidad determinar la capacidad higroscópica de las unidades de adobe, siguiendo la NTP 399.613. Para ello, se utilizaron una balanza digital, recipientes con agua y las muestras de adobe. Cada bloque fue secado hasta alcanzar peso constante, luego sumergido en agua durante **24 horas** y finalmente pesado nuevamente. El porcentaje de absorción se calculó dividiendo la ganancia de masa entre el peso seco inicial, lo que permitió estimar la porosidad y el comportamiento del material frente a la humedad.

Figura 31

Ensayo de absorción de agua



3.6.4. Ensayos de Propiedades Mecánica

Ensayo de resistencia a la compresión en cubos

Este ensayo tuvo como objetivo determinar la capacidad del adobe para soportar cargas axiales en estado individual. Se desarrolló conforme a la NTE E.080, utilizando una prensa hidráulica, cubos de adobe moldeados de 15 cm de arista y equipos de medición complementarios. Cada espécimen fue colocado en la máquina de compresión y se aplicó carga vertical continua hasta la falla, registrándose el

esfuerzo último alcanzado. El valor obtenido permitió verificar si la resistencia mínima exigida era de 1.0 MPa (≈10.2 kg/cm²).

Figura 32

Ensayo de resistencia *a la compresión*



Ensayo de resistencia a la compresión en muretes no convencionales

Este procedimiento se efectuó para evaluar el desempeño estructural de los adobes ensamblados en pequeños elementos constructivos. La prueba se realizó en concordancia con la NTE E.080, empleando una prensa hidráulica y muretes constituidos por tres unidades de adobe apiladas en soga con dimensiones de 23 cm x 12.5 cm x 9 cm. La carga axial se aplicó de manera vertical y progresiva hasta la falla del conjunto, determinándose la resistencia última, la cual debía superar 0.6 MPa (≈6.12 kg/cm²).

Figura 33

Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales



Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes

Este ensayo se orientó a caracterizar la resistencia de los muretes de adobe frente a esfuerzos cortantes o tensiones diagonales, simulando solicitaciones sísmicas. Se ejecutó según lo establecido en la NTE E.080, empleando muretes cuadrados de 60 cm de lado y 12.50 cm de espesor, una prensa hidráulica y equipos de control de deformaciones. La carga diagonal fue aplicada en dirección opuesta sobre las esquinas hasta la fractura del elemento, registrándose la resistencia última, la cual debía superar 0.025 MPa (≈0.25 kg/cm²).

Figura 34

Ensayo de resistencia a la compresión diagonal murete fabricado con adobe patrón.



Figura 35

Ensayo de resistencia a la compresión diagonal murete fabricado con adobe + 2% de aserrín de madera.



Figura 36

Ensayo de resistencia a la compresión diagonal murete fabricado con adobe + 10% de aserrín de madera.



3.6.4.1. Características de la prensa de rotura de compresión diagonal

La máquina empleada para los ensayos de compresión diagonal correspondió a una prensa digital para muretes, diseñada para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de elementos de albañilería. Este equipo permitió aplicar cargas controladas sobre los especímenes hasta su falla, registrando los valores con alta precisión. Su estructura robusta y su sistema de control electrónico garantizaron la uniformidad en la aplicación del esfuerzo, contribuyendo a la confiabilidad de los resultados experimentales.

3.6.4.2. Principales características técnicas del equipo:

- Capacidad máxima: 20 000 kgf, adecuada para realizar ensayos en diferentes tipos de muretes.

- Marca: PERUTEST, reconocida por su fabricación de equipos de medición y control en ingeniería civil.
- Modelo: PM-003, especialmente diseñado para ensayos de resistencia en elementos estructurales pequeños y medianos.
- Número de serie: 003.
- Procedencia: Perú.
- Sistema de lectura: Digital, que permitió un registro preciso de la carga aplicada.
- Resolución: 1 kg, garantizando la sensibilidad necesaria en la medición de cargas.
- Módulo de control: HF12C-ac int, responsable del manejo electrónico del sistema de carga.

3.6.5. Instrumentos

Para el desarrollo de la investigación se emplearon instrumentos y equipos especializados que permitieron recopilar información confiable y medir de manera precisa las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado con aserrín de madera.

Instrumentos y equipos para ensayos físicos

- Regla metálica.
- Calibre Vernier.
- Balanza digital de precisión.
- Horno de secado.
- Recipientes con agua.

Ensayos aplicados

- Norma aplicada: NTP.399.613
- Prensa hidráulica de laboratorio (aplicación de cargas axiales y diagonales).
- Norma aplicada: Norma Técnica E.080 – Construcciones de Adobe.
- Moldes de madera normalizados: 23 cm × 12.5 cm × 9 cm.
- Moldes cúbicos de 15 cm de arista.

Instrumentos complementarios

- Fichas de registro.
- Hojas de control.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del Estudio de Suelos

Se efectuaron ensayos de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad en las canteras seleccionadas (C-02 y C-03).

Tabla 7

Resultados del análisis granulométrico – Suelo 2 (Arcilla roja, Cantera C-02, Puno)

Fracción del suelo	%	Clasificación
Grava (> 2 mm)	0.72 %	Muy baja
Arena (N°4 – N°200)	11.02 %	Baja
Finos (< N°200)	88.26 %	Predominante
Clasificación SUCS	–	CL (arcilla de baja plasticidad)
Clasificación AASHTO	–	A-6 (12)
Descripción	–	Suelo malo, arcilla de baja plasticidad

Nota: *Elaborado en base a ensayo granulométrico ASTM D422-53 (2007).*

El suelo de la cantera C-02 presentó un alto contenido de finos (88.26%), lo que confirmó su naturaleza arcillosa con baja proporción de arena. El índice plástico (IP = 20.33%) indicó una plasticidad intermedia, característica de suelos cohesivos con retracción moderada. De acuerdo con la clasificación SUCS, correspondió a un CL (arcilla de baja plasticidad), mientras que en AASHTO se ubicó en A-6 (12), considerado de baja calidad para obras viales, pero con potencial para estabilización

en adobes. En conclusión, el material de la cantera C-02 proporcionó cohesión adecuada, aunque con riesgo de agrietamiento si no se emplea estabilización.

Tabla 8

Resultados del análisis granulométrico – Suelo 3 (Arena arcillosa beige, Cantera C-03, Puno)

Fracción del suelo	%	Clasificación
Grava (> 2 mm)	6.58 %	Baja
Arena (N°4 – N°200)	50.49 %	Predominante
Finos (< N°200)	42.93 %	Moderado
Clasificación SUCS	–	SC (arena arcillosa)
Clasificación AASHTO	–	A-4 (2)
Descripción	–	Suelo regular a malo, arena arcillosa

Nota: *Elaborado en base al ensayo granulométrico ASTM D422-53 (2007).*

El suelo de la cantera C-03 mostró un equilibrio entre la fracción arenosa (50.49%) y los finos (42.93%), con un bajo contenido de grava (6.58%). Los límites de Atterberg revelaron un índice plástico (IP = 9.66%), propio de suelos de baja plasticidad y menor cohesión respecto a las arcillas puras. Según SUCS, se clasificó como SC (arena arcillosa), mientras que en AASHTO fue identificado como A-4 (2), de calidad regular. En consecuencia, el material de la cantera C-03 se caracterizó por ofrecer menor cohesión, pero mayor estabilidad volumétrica, lo cual lo hace adecuado como agregado en adobes estabilizados.

4.2. Resultados de los Ensayos Físicos

4.2.1. Ensayo de Variación Dimensional

Tabla 9

Dimensiones individuales de los adobes patrón

Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
1	22.50	12.00	8.70
2	22.40	12.10	8.50
3	22.30	12.30	8.70
Promedio	**22.40**	**12.13**	**8.63**

Tabla 10

Dimensiones individuales de los adobes con 2% de aserrín

Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
1	22.50	12.24	8.72
2	22.50	12.27	8.63
3	22.51	12.23	8.70
Promedio	**22.50**	**12.25**	**8.70**

Tabla 11

Dimensiones individuales de los adobes con 10% de aserrín

Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
1	22.62	12.38	8.86
2	22.60	12.41	8.84
3	22.72	12.40	8.85
Promedio	**22.65**	**12.40**	**8.85**

Tabla 12

Dimensiones individuales de los adobes con 20% de aserrín

Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
1	22.81	12.57	9.00
2	22.78	12.54	8.99
3	22.80	12.55	9.00
Promedio	**22.80**	**12.55**	**9.00**

Tabla 13

Dimensiones promedio de los adobes con diferentes porcentajes de aserrín

Tipo de Adobe	Largo (cm)	% Variación	Ancho (cm)	% Variación	Alto (cm)	% Variación
Patrón	22.40	0.00 %	12.13	0.00 %	8.63	0.00 %
2% de aserrín	22.50	0.45 %	12.25	0.99 %	8.70	0.81 %
10% de aserrín	22.65	1.12 %	12.40	2.23 %	8.85	2.55 %
20% de aserrín	22.80	1.79 %	12.55	3.46 %	9.00	4.29 %

Figura 37

Variación a lo largo

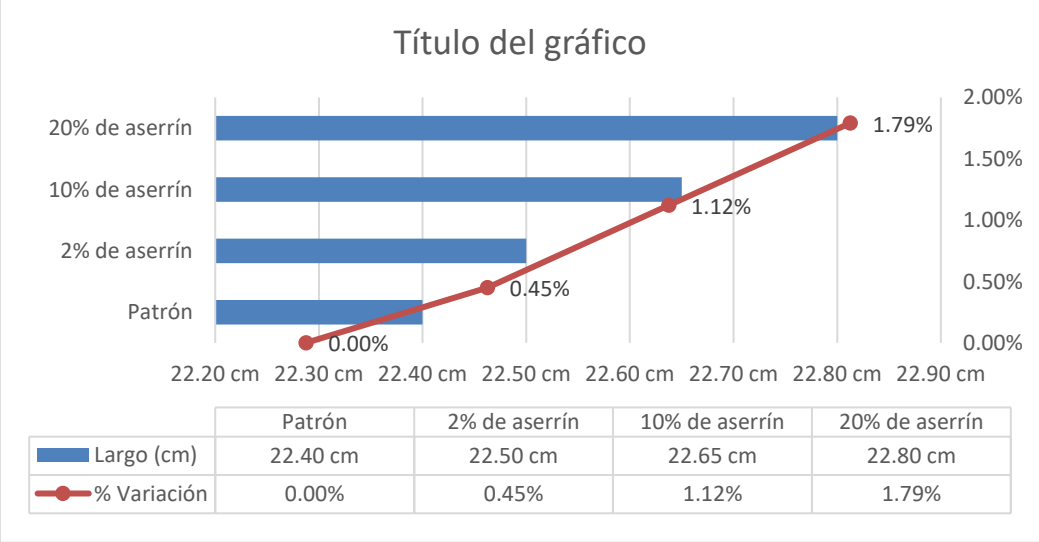
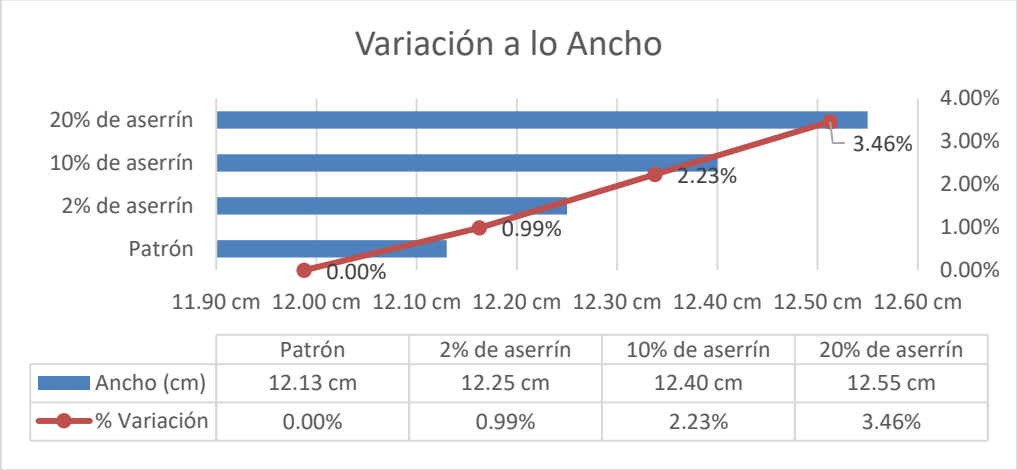


Figura 38

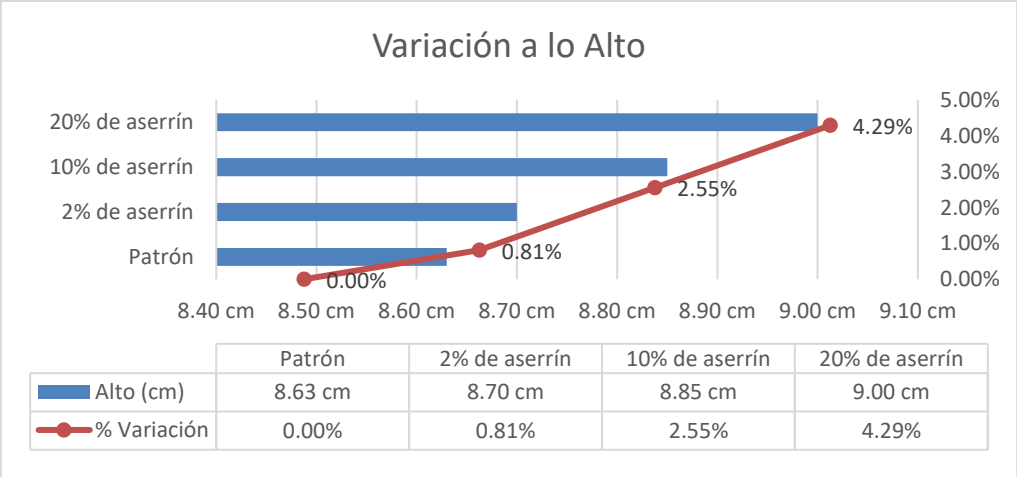
Variación a lo ancho



	Patrón	2% de aserrín	10% de aserrín	20% de aserrín
Ancho (cm)	12.13 cm	12.25 cm	12.40 cm	12.55 cm
% Variación	0.00%	0.99%	2.23%	3.46%

Figura 39

Variación a lo alto



	Patrón	2% de aserrín	10% de aserrín	20% de aserrín
Alto (cm)	8.63 cm	8.70 cm	8.85 cm	9.00 cm
% Variación	0.00%	0.81%	2.55%	4.29%

El análisis dimensional evidenció que la incorporación progresiva de aserrín generó variaciones proporcionales al contenido añadido, manteniéndose dentro de un rango menor al 2%. En el **largo**, los incrementos oscilaron entre 0.45% y 1.79%, lo que reflejó una expansión longitudinal moderada con el aumento del aditivo. En el **ancho**, los valores se incrementaron desde 0.99% hasta 3.46%, indicando una tendencia más marcada de expansión lateral. Finalmente, en el **alto** se observó la mayor variación, alcanzando 4.29% en la mezcla con 20% de aserrín, atribuida a la menor compactación y mayor porosidad del adobe estabilizado.

4.2.2. Ensayo de Alabeo

Tabla 14

Alabeo de adobes patrón

Muestra	Alabeo (mm)
1	3.30
2	3.40
3	3.20
Promedio	**3.30**

Tabla 15

Alabeo de adobes con 2% de aserrín

Muestra	Alabeo (mm)
1	3.70
2	3.60
3	3.50
Promedio	**3.60**

Tabla 16

Alabeo de adobes con 10% de aserrín

Muestra	Alabeo (mm)
1	4.60
2	4.00
3	4.30
Promedio	**4.30**

Tabla 17

Alabeo de adobes con 20% de aserrín

Muestra	Alabeo (mm)
1	5.50
2	5.30
3	5.10
Promedio	**5.30**

Tabla 18

Valores promedio del alabeo en adobes con diferentes porcentajes de aserrín

Tipo de Adobe	Alabeo Promedio (mm)	% Variación
Patrón	3.30	0.00 %
2% de aserrín	3.60	9.09 %
10% de aserrín	4.30	30.30 %
20% de aserrín	5.30	60.61 %

Los resultados del ensayo de alabeo mostraron un aumento gradual en la deformación superficial de los adobes a medida que se incrementó el porcentaje de aserrín incorporado en la mezcla. El adobe patrón presentó un valor promedio de 3.30 mm, constituyendo la referencia para las comparaciones. Con la adición del 2% de aserrín, el alabeo aumentó a 3.60 mm, equivalente a una variación del 9.09%, manteniéndose dentro de límites aceptables. En cambio, el 10% de aserrín alcanzó 4.30 mm con una variación del 30.30%, evidenciando una mayor tendencia a la curvatura. Finalmente, el 20% de aserrín registró el mayor valor con 5.30 mm, correspondiente a un incremento del 60.61%, lo que reflejó una pérdida notable de estabilidad dimensional. Este comportamiento indicó que el exceso de aserrín, debido a su naturaleza orgánica y porosa, disminuyó la cohesión del material, aumentando la deformabilidad y reduciendo la uniformidad geométrica de los bloques.

4.2.3. Ensayo de Peso Unitario

Tabla 19

Peso de adobes patrón

Muestra de adobe patrón					
L	**A**	**H**	**Volumen**	**Peso (kg)**	**Pu=P/V**
0.225	0.120	0.087	0.0023	4.278	1821.20
0.224	0.121	0.085	0.0023	4.318	1874.26
0.223	0.123	0.087	0.0024	4.345	1820.79
0.224	0.121	0.087	0.0024	4.328	1835.42
			Promedio		**1837.92**

Tabla 20

Peso de adobes con 2% de aserrín

Muestra de adobe + 2% de aserrín					
L	**A**	**H**	**Volumen**	**Peso (kg)**	**Pu=P/V**
0.225	0.123	0.080	0.0022	3.950	1778.32
0.225	0.125	0.087	0.0024	3.972	1623.30
0.226	0.122	0.087	0.0024	3.882	1618.33
0.225	0.123	0.081	0.0022	3.988	1779.03
			Promedio		**1699.74**

Tabla 21

Peso de adobes con 10% de aserrín

Muestra de adobe + 10% de aserrín					
L	**A**	**H**	**Volumen**	**Peso (kg)**	**Pu=P/V**
0.225	0.122	0.085	0.0023	3.380	1448.62
0.226	0.124	0.083	0.0023	3.420	1470.34
0.224	0.125	0.084	0.0024	3.318	1410.71
0.225	0.124	0.083	0.0023	3.350	1446.65
			Promedio		**1444.08**

Tabla 22

Peso de adobes con 20% de aserrín

Muestra de adobe + 20% de aserrín					
L	**A**	**H**	**Volumen**	**Peso (kg)**	**Pu=P/V**
0.225	0.122	0.089	0.0024	3.296	1349.13
0.224	0.120	0.088	0.0024	3.196	1351.12
0.223	0.123	0.086	0.0024	3.244	1375.22
0.224	0.122	0.088	0.0024	3.230	1343.11
			Promedio		**1354.65**

Tabla 23

Peso promedio de los adobes con diferentes porcentajes de aserrín

Tipo de Adobe	Peso Unitario (kg/m³)	% de Variación respecto al Patrón (disminución)
Patrón	1837.92	0.00 %
2% de aserrín	1699.74	-7.52 %
10% de aserrín	1444.08	-21.43 %
20% de aserrín	1354.65	-26.29 %

El análisis del peso unitario mostró una disminución sostenida en la densidad de los adobes a medida que aumentó la proporción de aserrín incorporado en la mezcla. El adobe patrón presentó un valor de 1837.92 kg/m³, considerado como referencia base. Con la adición del 2% de aserrín, el peso unitario se redujo a 1699.74 kg/m³, equivalente a una variación del -7.52%; mientras que con el 10% de aserrín descendió a 1444.08 kg/m³, reflejando una disminución adicional del -21.43%. Finalmente, el adobe con 20% de aserrín registró 1354.65 kg/m³, con una variación del -26.29% respecto al adobe patrón, confirmando una tendencia decreciente.

4.2.1. Ensayo de Absorción de Agua

Se observó un comportamiento en donde las muestras de adobe tendían a desintegrarse al someterse al ensayo tradicional de absorción durante 24 horas; por tal motivo, optó por aplicar el ensayo equivalente, pero de menor duración, con el fin de aprovechar de forma efectiva la incorporación del aserrín.

Tabla 24

Peso seco y peso saturado de los adobes patrón

Muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)
1-P-A	4.42	5.96
1-P-B	4.28	5.82
1-P-C	4.35	5.89
Promedio	**4.35**	**5.89**

Tabla 25

Peso seco y peso saturado de los adobes con 2% de aserrín

Muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)
2-P-A	4.08	5.29
2-P-B	4.07	5.36
2-P-C	4.09	5.43
Promedio	**4.08**	**5.36**

Tabla 26

Peso seco y peso saturado de los adobes con 10% de aserrín

Muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)
3-P-A	3.18	4.75
3-P-B	3.20	4.74
3-P-C	3.79	5.18
Promedio	**3.39**	**4.89**

Tabla 27

Peso seco y peso saturado de los adobes con 20% de aserrín

Muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)
4-P-A	3.14	4.96
4-P-B	3.52	4.94
4-P-C	3.53	4.95
Promedio	**3.40**	**4.95**

Tabla 28

Absorción de agua de los adobes con diferentes porcentajes de aserrín

Tipo de Adobe	Peso seco promedio (kg)	Peso saturado promedio (kg)	Absorción de agua promedio (%)
Patrón	4.35	5.89	**35.37**
2% de aserrín	4.08	5.36	**31.30**
10% de aserrín	3.39	4.89	**44.16**
20% de aserrín	3.40	4.95	**45.77**

Los resultados mostraron un incremento gradual en la absorción de agua conforme se aumentó la proporción de aserrín en la mezcla de adobe. El adobe patrón registró una absorción de 35.37%, considerada la referencia base. Con una adición del 2% de aserrín, la absorción disminuyó ligeramente a 31.30%. Sin embargo, al incorporar 10% y 20% de aserrín, la absorción ascendió a 44.16% y 45.77% respectivamente, indicando una mayor porosidad y retención de humedad.

4.3. Resultados de los Ensayos Mecánicos

4.3.1. Resistencia a la Compresión f´o de unidad de adobe estabilizado

Se realizó en ensayo para la unidad cúbica de 15 cm de arista.

Tabla 29

Ensayo de compresión de adobes patrón

N°	Descripción de la muestra	Carga (kN)	Peso adobe (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)
1	Moldeo de adobe 15×15×15	21.40	4278	14.31	14.07	201.25	10.84
2	Moldeo de adobe 15×15×15	20.98	4318	14.22	14.41	204.88	10.44
3	Moldeo de adobe 15×15×15	21.20	4345	14.20	14.24	202.26	10.69
			Promedio				**10.66**

Tabla 30

Ensayo de compresión de adobes con 2% de aserrín

N°	Descripción de la muestra	Carga (kN)	Peso adobe (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)
1	Moldeo de adobe 15×15×15	24.63	3950	14.14	14.46	204.58	12.28
2	Moldeo de adobe 15×15×15	25.03	3972	14.23	14.72	209.46	12.18
3	Moldeo de adobe 15×15×15	25.30	3882	14.20	14.63	207.76	12.42
			Promedio				**12.29**

Tabla 31

Ensayo de compresión de adobes con 10% de aserrín

N°	Descripción de la muestra	Carga (kN)	Peso adobe (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)
1	Moldeo de adobe 15×15×15	17.95	3380	13.97	15.14	211.40	8.66
2	Moldeo de adobe 15×15×15	18.58	3420	13.99	14.40	201.39	9.41
3	Moldeo de adobe 15×15×15	18.26	3318	13.99	14.78	206.76	9.01
			Promedio				**9.02**

Tabla 32

Ensayo de compresión de adobes con 20% de aserrín

N°	Descripción de la muestra	Carga (kN)	Peso adobe (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)
1	Moldeo de adobe 15×15×15	14.50	3296	13.95	14.41	201.05	7.35
2	Moldeo de adobe 15×15×15	14.70	3196	14.33	15.02	215.22	6.96
3	Moldeo de adobe 15×15×15	15.20	3244	14.52	14.82	215.20	7.20
			Promedio				**7.17**

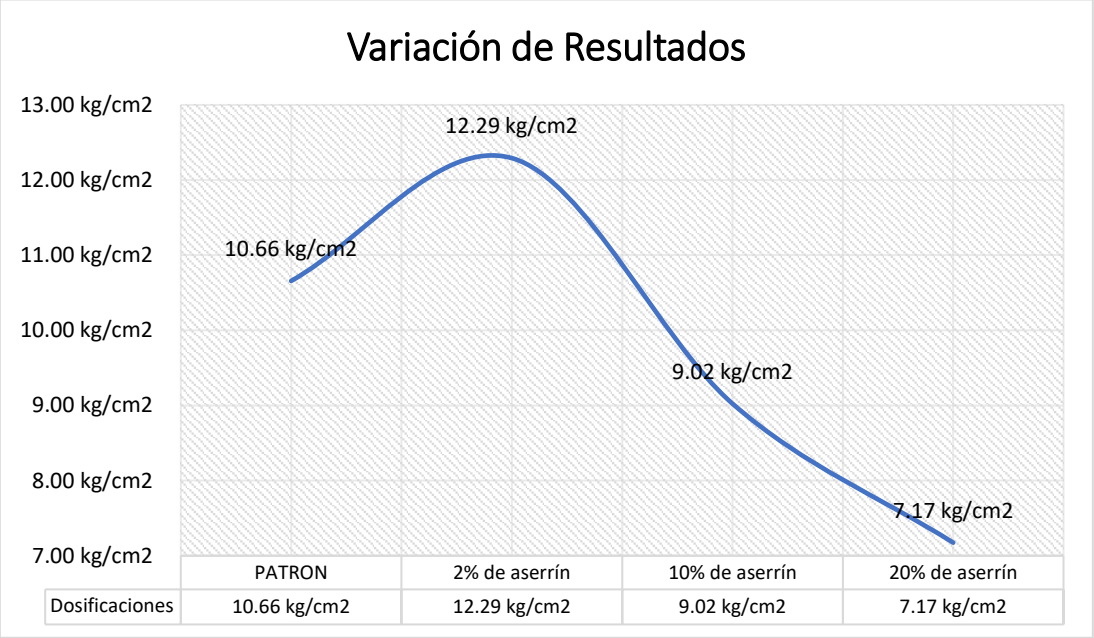
Tabla 33

Resistencia a la compresión de adobes con diferentes porcentajes de aserrín

Tipo de Adobe	Esfuerzo de rotura 1 (kg/cm²)	Esfuerzo de rotura 2 (kg/cm²)	Esfuerzo de rotura 3 (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)	% Variación respecto al patrón
Patrón	10.84	10.44	10.69	**10.66**	**0.00%**
2% de aserrín	12.28	12.18	12.42	**12.29**	**15.35%**
10% de aserrín	8.66	9.41	9.01	**9.02**	**-15.33 %**
20% de aserrín	7.35	6.96	7.20	**7.17**	**-32.69 %**

Figura 40

Variación de resultados de resistencia a la compresión



Los resultados del ensayo de compresión mostraron una variación significativa en la resistencia de los adobes según el porcentaje de aserrín incorporado. El adobe patrón presentó una resistencia promedio de 10.66 kg/cm². Con la adición del 2% de aserrín, la resistencia se incrementó a 12.29 kg/cm², equivalente a un aumento del 15.35%, lo que evidencia una mejora en la cohesión interna y compactación del material. Sin embargo, al aumentar el contenido de aserrín al 10% y 20%, la resistencia disminuyó progresivamente a 9.02 kg/cm² y 7.17 kg/cm², respectivamente.

4.3.2. Resistencia a la Compresión f'm de muretes no convencionales

Se realizó en ensayo para las unidades prismáticas apiladas, de 23 cm largo x 12.5 cm ancho x 9 cm alto.

Tabla 34

Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales patrón

Nº	Carga (kN)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Esbeltez	Factor de corrección	Área (cm²)	Fm (kg/cm²)	Fm corregido (kg/cm²)
1	25.08	29.10	22.50	12.00	2.43	0.94	270.00	9.47	8.94
2	24.78	28.50	22.40	12.10	2.36	0.93	271.04	9.32	8.69
3	24.97	29.10	22.30	12.30	2.37	0.93	274.29	9.28	8.64
					Promedio				**8.76**

Tabla 35

Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales con 2% de aserrín

Nº	Carga (kN)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Esbeltez	Factor de corrección	Área (cm²)	Fm (kg/cm²)	Fm corregido (kg/cm²)
1	27.24	29.40	22.50	12.34	2.38	0.94	277.65	10.00	9.41
2	26.52	29.10	22.50	12.50	2.33	0.93	281.25	9.62	8.94
3	26.93	29.10	22.60	12.20	2.39	0.93	275.72	9.96	9.29
					Promedio				**9.22**

Tabla 36

Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales con 10% de aserrín

Nº	Carga (kN)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Esbeltez	Factor de corrección	Área (cm²)	Fm (kg/cm²)	Fm corregido (kg/cm²)
1	24.30	28.50	22.50	12.20	2.34	0.94	274.50	9.03	8.50
2	23.79	27.90	22.60	12.40	2.25	0.93	280.24	8.66	8.05
3	24.15	28.20	22.40	12.50	2.26	0.93	280.00	8.79	8.16
					Promedio				**8.24**

Tabla 37

Ensayo de resistencia a la compresión de muretes no convencionales con 20% de aserrín

Nº	Carga (kN)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Esbeltez	Factor de corrección	Área (cm²)	Fm (kg/cm²)	Fm corregido (kg/cm²)
1	21.10	29.00	22.50	12.20	2.38	0.94	274.50	7.84	7.39
2	20.20	29.40	22.40	12.00	2.45	0.93	268.80	7.66	7.16
3	20.46	28.80	22.30	12.30	2.34	0.93	274.29	7.61	7.07
					Promedio				**7.21**

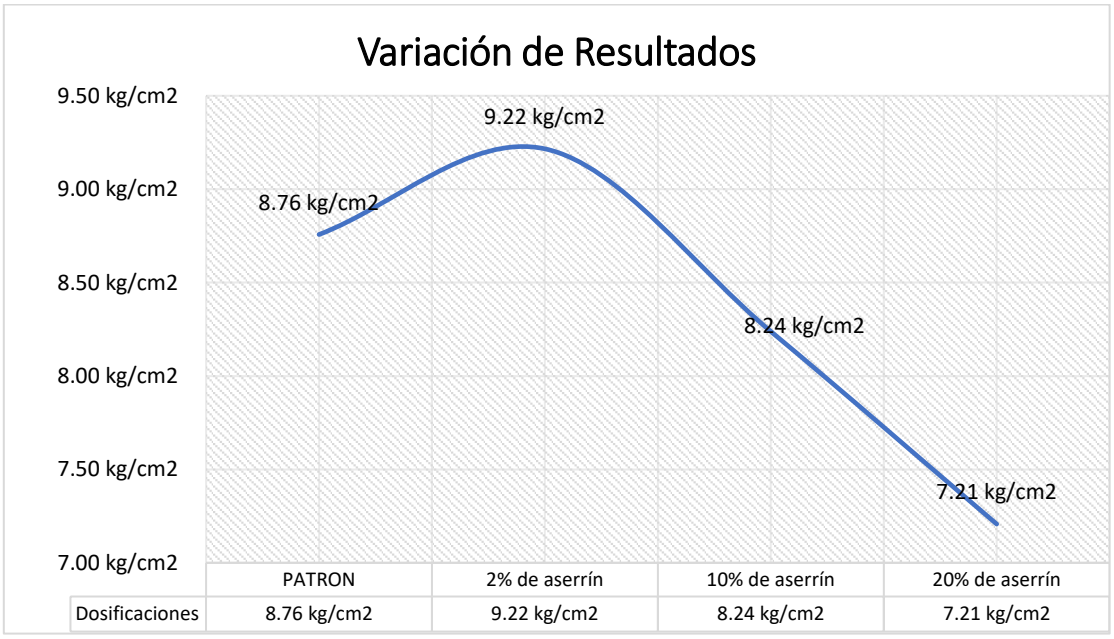
Tabla 38

Resistencia a la compresión de muretes no convencionales de adobe en comparación

Tipo de Adobe	(Fm) (kg/cm²)	(Fm) (kg/cm²)	(Fm) (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)	% Variación respecto al patrón
Patrón	8.94	8.69	8.64	8.76	0.00 %
2% de aserrín	9.41	8.94	9.29	9.22	5.24 %
10% de aserrín	8.50	8.05	8.16	8.24	-5.94 %
20% de aserrín	7.39	7.16	7.07	7.21	-17.70 %

Figura 41

Variación de resultados de resistencia a la compresión



Los resultados del ensayo de compresión en muretes no convencionales de adobe mostraron una tendencia directamente relacionada con la proporción de aserrín incorporado en la mezcla. El adobe patrón alcanzó una resistencia promedio corregida de 8.76 kg/cm², considerada como la referencia. Al adicionar 2 % de aserrín, la resistencia aumentó levemente a 9.22 kg/cm², lo que representó una mejora del 5.24 %, atribuida a la adecuada interacción entre las partículas fibrosas y la matriz arcillosa. No obstante, al incorporar 10 % y 20 % de aserrín, la resistencia descendió a 8.24 kg/cm² y 7.21 kg/cm² respectivamente, evidenciando reducciones del -5.94 % y -17.70 %. Este comportamiento indicó que el exceso de material orgánico generó una pérdida de cohesión estructural, reduciendo la capacidad portante del adobe, asimismo, se identificó un tipo de falla vertical, en la cual tanto los bloques de adobe como las juntas fallaron de manera conjunta, debido a la compresión aplicada en los muretes no convencionales.

4.3.3. Resistencia a la Compresión Diagonal f't de muretes

Tabla 39

Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete de adobe patrón

Descripción	Carga (kg)	Espesor (cm)	Long. diagonal (cm)	Área total (cm²)	Vm (kg/cm²)	Resistencia NTP E.080 (kg/cm²)	% Resistencia promedio
Murete 1	321	12.50	84.50	1056.25	0.215	0.25	85.94 %

Tabla 40

Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete con 2 % de aserrín

Descripción	Carga (kg)	Espesor (cm)	Long. diagonal (cm)	Área total (cm²)	Vm (kg/cm²)	Resistencia NTP E.080 (kg/cm²)	% Resistencia promedio
Murete 2	378	12.50	84.50	1056.25	0.253	0.25	101.21 %

Tabla 41

Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete con 10 % de aserrín

Descripción del murete	Carga (kg)	Espesor (cm)	Long. diagonal (cm)	Área total (cm²)	Vm (kg/cm²)	Resistencia NTP E.080 (kg/cm²)	% Resistencia promedio
Murete 3	338	12.50	84.50	1056.25	0.226	0.25	90.50 %

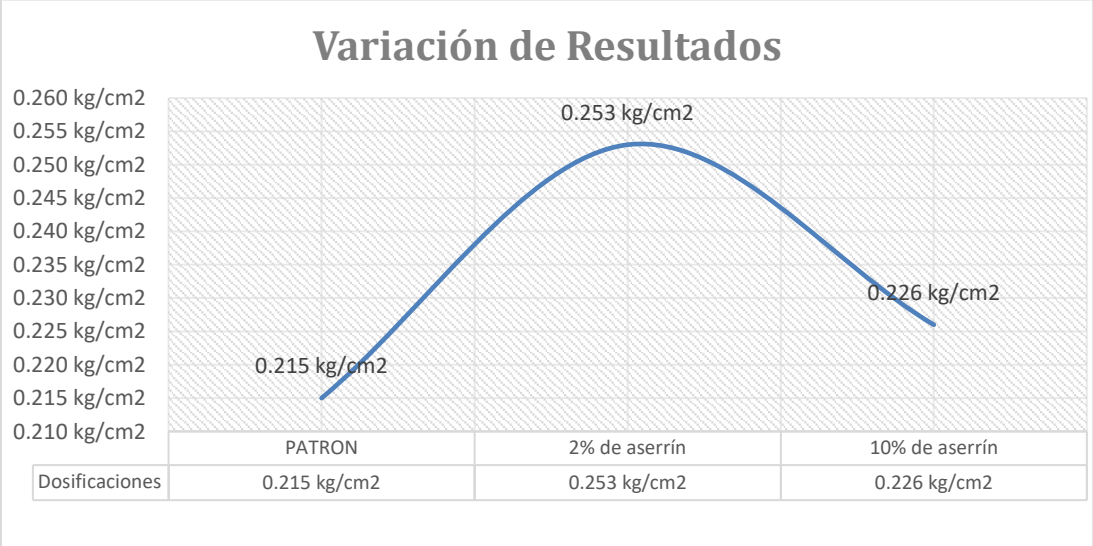
Tabla 42

Resumen comparativo del ensayo de compresión diagonal f't de muretes de adobe estabilizado con aserrín

Dosificación de aserrín (%)	Carga promedio (kg)	Área total (cm²)	Vm (kg/cm²)	Resistencia NTP E.080 (kg/cm²)	% Resistencia promedio	Tipo de falla
0 % (patrón)	321	1056.25	0.215	0.25	85.94 %	Diagonal en juntas
2 %	378	1056.25	0.253	0.25	101.21 %	Diagonal en juntas
10 %	338	1056.25	0.226	0.25	90.50 %	Diagonal en juntas y en adobe

Figura 42

Variación de resultados de resistencia a la compresión diagonal



El ensayo de compresión diagonal realizado en muretes de adobe estabilizado con diferentes proporciones de aserrín permitió identificar la influencia del material lignocelulósico en el comportamiento estructural ante esfuerzos cortantes. Se observó que el murete patrón (0 %) alcanzó una resistencia promedio de 0.215 kg/cm², equivalente al 85.94 % del valor mínimo establecido por la NTP E.080 (0.25 kg/cm²). En cambio, la adición del 2 % de aserrín incrementó la resistencia a 0.253 kg/cm², superando el estándar normativo en 1.21 %, lo que evidenció una mejora significativa atribuida a la adecuada compactación y cohesión interna generada por el contenido óptimo de aserrín. Sin embargo, con el 10 % de adición, la resistencia disminuyó a 0.226 kg/cm², equivalente al 90.50 % de la exigencia normativa, debido al incremento de vacíos y pérdida de integridad en las juntas. Todas las muestras presentaron un tipo de falla diagonal en las uniones de mortero, típica en elementos de mampostería. En síntesis, se determinó que el 2 % de aserrín representa la dosificación óptima para mejorar la resistencia a cortante de los muretes sin comprometer su estabilidad estructural.

4.4. Discusión

4.4.1. Estudio de Caracterización de Suelos

Los resultados obtenidos en la caracterización de los suelos de las canteras C-02 y C-03 mostraron coincidencias relevantes con las conclusiones de Delgado (2023) y Alarcón (2025). En ambos casos, se observó un predominio de fracciones finas y un comportamiento arcilloso con alta plasticidad, características que favorecieron la cohesión y moldeabilidad del material. Según el sistema SUCS, los suelos se clasificaron como arcillas de alta plasticidad, al igual que lo reportado por Delgado (2023) en su estudio sobre suelos tipo SC con adecuados límites de consistencia para la producción de adobe. Del mismo modo, los valores de plasticidad elevados y la capacidad de retención de humedad corroboraron los hallazgos de Alarcón (2025), quien destacó que estas propiedades optimizan la trabajabilidad del adobe y su desempeño mecánico. Por tanto, se confirmó que la naturaleza arcillosa de los suelos evaluados resultó favorable para su uso como material aglutinante, asegurando una adecuada adherencia y resistencia en la fabricación de unidades de adobe.

4.4.2. Propiedades Físicas del Adobe

Los resultados obtenidos en los ensayos físicos mostraron comportamientos coherentes con los hallazgos reportados por Azalam (2024), Alarcón (2025) y Delgado (2023), respecto al efecto del aserrín sobre las propiedades físicas del adobe. En el presente estudio se observó que el incremento del contenido de aserrín redujo progresivamente la densidad aparente, alcanzando valores mínimos de 1354.65 kg/m³ en la mezcla con 20%, resultado concordante con lo descrito por Azalam, quien evidenció una disminución similar atribuida a la generación de porosidad interna. Asimismo, el incremento en el alabeo y la variación dimensional confirmó la tendencia señalada por Delgado, donde el exceso de aditivos orgánicos afectó la estabilidad

geométrica del material. En relación con la absorción de agua, se observó un comportamiento comparable entre ambos estudios. Delgado (2023) señaló que las muestras de adobe tendían a desintegrarse al someterse al ensayo tradicional de absorción durante 24 horas; por tal motivo, optó por aplicar el ensayo de succión, considerado equivalente, pero de menor duración, con el fin de aprovechar de forma efectiva la incorporación de aserrín de madera. Este enfoque permitió evaluar la capacidad de absorción del adobe reforzado, evidenciando que el 2 % de aserrín de madera redujo significativamente la absorción hasta 3.32 g/min/200 cm², en comparación con el adobe convencional y las mezclas con 3 % y 5 %. De forma análoga, en el presente estudio se determinó que el 2 % de aserrín representó la proporción más adecuada para controlar la absorción de agua y mantener la estabilidad geométrica, demostrando una relación directa entre cohesión interna y resistencia frente a la humedad. En cambio, porcentajes superiores al 2 % incrementaron la succión capilar y afectaron la uniformidad del bloque.

4.4.3. Propiedades Mecánicas del Adobe

4.4.3.1. Ensayo de Compresión en Cubos

Los resultados obtenidos en el ensayo de compresión en cubos mostraron una tendencia coincidente con los estudios de Alarcón (2025) y Jokio (2018), quienes también reportaron incrementos iniciales de resistencia con porcentajes moderados de material orgánico. En el presente estudio, la adición del 2% de aserrín incrementó la resistencia promedio a 12.29 kg/cm², equivalente a un aumento del 15.35% respecto al adobe patrón, comportamiento análogo al descrito por Jokio, quien identificó un incremento del 15% al incorporar 20% de aserrín como sustituto parcial de arena. Este refuerzo inicial se atribuyó a una mejor compactación y distribución interna de tensiones. Sin embargo, al superar dicha proporción, se observó una

disminución progresiva de la resistencia, concordando con ambos autores, quienes señalaron que la presencia excesiva de fibras genera vacíos y reduce la cohesión entre partículas. Así, se estableció que la dosificación óptima del 2% de aserrín garantizó un equilibrio adecuado entre rigidez, densidad y capacidad portante del adobe, evidenciando su viabilidad como alternativa sostenible para mejorar sus propiedades mecánicas sin comprometer su integridad estructural.

4.4.3.2. Ensayo de Compresión en Muretes no convencionales

Los resultados del ensayo de compresión en muretes no convencionales de adobe mostraron una tendencia coherente con los hallazgos reportados por Ziyapze (2023) y Huenece (2023), quienes coincidieron en que la incorporación de aditivos orgánicos o minerales modifica la resistencia estructural de los elementos prismáticos en función de su dosificación. En la presente investigación, la adición del 2 % de aserrín incrementó la resistencia promedio a 9.22 kg/cm², representando una mejora del 5.24 % respecto al adobe patrón, lo que evidenció un efecto positivo similar al observado por Huenece, quien reportó un incremento del 1.28 % en la resistencia axial de muretes no convencionales al combinar cenizas de Lemna gibba con fibras de Furcraea andina. Del mismo modo, los resultados confirmaron la tendencia señalada por Ziyapze, en la cual porcentajes elevados de aserrín reducen progresivamente la resistencia a la compresión debido a la mayor porosidad y a la pérdida de cohesión de la mezcla. La reducción observada en las muestras con 10 % y 20 % de adición coincidió con lo descrito por dicho autor, reafirmando que un contenido moderado de fibras orgánicas optimiza la compactación y la distribución de esfuerzos. En síntesis, se estableció que el 2 % de aserrín representa la dosificación más adecuada para conservar la estabilidad estructural de los muretes no convencionales de adobe, concordando con los estudios previos que promueven

porcentajes bajos de refuerzo como estrategia para equilibrar resistencia y trabajabilidad.

4.4.3.3. Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes

Los resultados obtenidos en el ensayo de compresión diagonal confirmaron que la adición moderada de aserrín influyó positivamente en la resistencia cortante de los muretes de adobe. Este comportamiento coincidió con lo reportado por Delgado (2023), quien evidenció que la incorporación de fibras vegetales en proporciones controladas mejora la cohesión interna del material y distribuye de manera uniforme los esfuerzos, reduciendo la propagación de fisuras. En el presente estudio, la mezcla con 2 % de aserrín alcanzó un incremento del 1.21 % respecto al adobe patrón, lo que demuestra que el refuerzo lignocelulósico del aserrín actuó como elemento estabilizador, generando un efecto de puente entre las partículas de arcilla. Asimismo, los resultados guardaron relación con los hallazgos de Alarcón (2023), quien observó que el exceso de aditivos orgánicos ocasiona un aumento de la porosidad y disminuye la densidad del adobe, provocando una reducción en la capacidad resistente. Este fenómeno se corroboró en la mezcla con 10 % de aserrín, que presentó una resistencia inferior debido al incremento de vacíos internos y la pérdida de adherencia en las juntas de mortero. Dicho resultado evidenció que existe un límite óptimo de incorporación del material orgánico, más allá del cual las propiedades mecánicas del adobe se ven comprometidas.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La incorporación de aserrín en los adobes influyó directamente en sus propiedades físico-mecánicas. El peso unitario disminuyó y la absorción de agua aumentó conforme se elevó el porcentaje de adición, debido a la porosidad del material lignocelulósico. El alabeo se incrementó en altas proporciones, afectando la estabilidad geométrica. La resistencia a compresión fue óptima con 2 % de aserrín, pero disminuyó con 10 % y 20 %. Por tanto, la dosificación ideal fue 2 %, garantizando ligereza y resistencia adecuada.

SEGUNDA: Los suelos de las canteras C-02 y C-03 presentaron diferencias notorias en composición y comportamiento. El análisis granulométrico reveló predominio de fracciones finas y carácter arcilloso, con elevada capacidad de retención de agua. Los límites de consistencia mostraron plasticidad alta y potencial de retracción. Según clasificación SUCS y AASHTO, se clasificaron como arcillas de plasticidad baja e intermedia, desfavorables para construcciones estructurales, pero adecuadas para adobes por su cohesividad y facilidad de moldeo.

TERCERA: La adición de aserrín modificó las propiedades físicas del adobe. A mayor contenido, aumentaron las variaciones dimensionales y el alabeo, reduciendo la estabilidad geométrica. El peso unitario disminuyó progresivamente, confirmando la presencia de vacíos, mientras que la absorción de agua se incrementó hasta 45.77 %. Aunque el exceso de aserrín afectó la estabilidad y la resistencia, la mezcla con 2 % mostró equilibrio óptimo entre ligereza, cohesión interna y control de absorción, siendo la dosificación más favorable.

CUARTA: Los ensayos de compresión en adobes cúbicos mostraron que el aserrín afectó significativamente su resistencia. El patrón alcanzó 10.66 kg/cm², mientras que con 2 % de adición aumentó a 12.29 kg/cm², equivalente a una mejora del 15.35 %. Sin embargo, con 10 % y 20 % la resistencia disminuyó a 9.02 kg/cm² y 7.17 kg/cm² por pérdida de cohesión. Se determinó que el 2 % representa la dosificación más adecuada, pues incrementa la capacidad resistente sin comprometer la integridad estructural del material.

QUINTA: Los muretes no convencionales de adobe mostraron un comportamiento estructural influenciado por el aserrín. El patrón presentó 8.76 kg/cm² y con 2 % de adición se elevó a 9.22 kg/cm², mejorando en 5.24 %. El aumento favoreció la distribución de esfuerzos y redujo tensiones internas. Sin embargo, con 10 % y 20 % la resistencia descendió a 8.24 kg/cm² y 7.21 kg/cm², por incremento de vacíos y menor cohesión. Se concluyó que el 2 % constituye el límite óptimo para mejorar la capacidad estructural.

SEXTA: El ensayo de compresión diagonal evidenció que el aserrín modificó el comportamiento cortante de los muretes. El patrón alcanzó 0.215 kg/cm², mientras que con 2 % de adición se incrementó a 0.253 kg/cm², superando el valor normativo mínimo. Este porcentaje mejoró la cohesión interna y la distribución de esfuerzos. No obstante, el 10 % redujo la resistencia a 0.226 kg/cm² por aumento de vacíos. Por tanto, el 2 % de aserrín fue la proporción ideal para garantizar estabilidad estructural y desempeño sismorresistente.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda para futuras investigaciones amplíen el rango de dosificaciones con aserrín de madera y evalúen su comportamiento a largo plazo, considerándose ensayos de resistencia, absorción de agua y resistencia frente a ciclos de humedad–secado. Con el fin de validar de manera integral la viabilidad del aserrín de madera como material estabilizante para la fabricación de adobes.

SEGUNDA: Se recomienda implementar un sistema de control y optimización de las características geotécnicas del suelo, basado en la información de los ensayos ya realizados, para ajustar las proporciones de los materiales y mejorar de manera continua la uniformidad y calidad de los adobes.

TERCERA: Se recomienda evaluar el efecto del aserrín de madera en otras propiedades físicas del adobe, tales como la densidad aparente, la absorción capilar y la retracción por secado, con el propósito de identificar el porcentaje óptimo de incorporación que garantice un adecuado equilibrio entre ligereza, estabilidad dimensional y resistencia mecánica.

CUARTO: Se aconseja regular el proceso de secado evitando la exposición directa al sol y al viento, con el propósito de reducir grietas y deformaciones. También es conveniente experimentar con diferentes dimensiones de probetas en los ensayos de compresión, a fin de correlacionar tamaño y resistencia.

QUINTA: Se recomienda ampliar el número de especímenes ensayados y considerar diferentes configuraciones geométricas de muretes, para

obtener resultados estadísticamente más representativos que permitan evaluar con mayor precisión el efecto del aserrín de madera en el comportamiento estructural del sistema constructivo.

SEXTA: Se recomienda complementar los ensayos de compresión diagonal con pruebas de comportamiento sísmico simplificado y análisis de fisuración, a fin de comprender mejor la influencia del aserrín de madera en la capacidad de disipación de energía y el desempeño estructural de los muretes de adobe estabilizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcon, Y. (2025). Evaluación de las propiedades mecánica-físicas del bloque de tierra reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café [Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. En *Repositorio USAT*. http://hdl.handle.net/20.500.12423/8321

Alfaro, C. (2019). Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca - Jauja [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. En *Repositorio UNCP*. http://hdl.handle.net/20.500.12894/5553

Altamirano, O. (2019). Incidencia de la fibra vegetal "Paja Ichu" en la resistencia mecanica del adobe en el distrito de Cajamarca [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. En *Repositorio UNC*. http://hdl.handle.net/20.500.14074/3273

Apaza, J. (2018). Identidad y arte constructivo de los Putucos de Saman y Taraco en el altiplano puneño [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano]. En *Repositorio UNA*. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6813

Arteaga, R., Álvarez, C., & Álvarez, M. (2022). Medida de la concentración de radón ambiental en viviendas de material noble y adobe y su impacto sobre la salud humana en la ciudad del Cusco. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad*, *5*(1), 44-54.

Azalam, Y., Benfars, M., Alioui, A., Mabrouki, M., & Bendada, E. M. (2024). Improving Adobe's Mechanical Properties through Sawdust Reinforcement: A Comparative Study of the effect of varying Sawdust Dimensions. *E3S Web of Conferences*, *582*, 1–9. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458202005

Bolaños, J. (2016). Resistencia a compresión, flexión, absorción del adobe

compactado con adición de tuna [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. En *Repositorio UPN*. https://hdl.handle.net/11537/10482

Čabalová, I., Bélik, M., Kučerová, V., Jurczyková, T., & Bubeníková, T. (2023). Evaluation of Chemical and Morphological Properties of Spruce Wood Stored in the Natural Environment. *Polymers*, *15*(24). https://doi.org/10.3390/polym15244734

Calisaya, M., & Gomez, P. (2023). Propuesta de elaboración de un bloque de adobe incorporando fibras de totora y aglutinante de cal para reducir la capacidad de absorción de agua de las viviendas en Ajuyani, Puno [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. En *Repositorio UPC*. http://hdl.handle.net/10757/667622

Canaza, J. (2021). Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe convencional incorporando ceniza de tallo de quinua, Arapa - Azángaro - Puno 2021 [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo]. En *Repositorio UCV*. https://hdl.handle.net/20.500.12692/107020

Chonlon, A., & Mejia, N. (2023). Evaluación de las propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Agregando Viruta de Madera y Tusa de Maíz [Tesis de Grado, Universidad Señor de Sipán]. En *Repositorio USS*. https://hdl.handle.net/20.500.12802/11432

Del Carpio, R. (2020). Resistencia a la inundación de un adobe estabilizado con sustitución de paja por virutas de Eucalipto en un pueblo típico de la sierra del Perú [Trabajo de Investigación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. En *Repositorio UPC*. http://hdl.handle.net/10757/652355

Delgado, C. (2023). Evaluación del comportamiento físico-mecánico del adobe incorporando aserrín de madera tornillo [Universidad Señorde Sipán]. En

Repositorio USS. https://hdl.handle.net/20.500.12802/12113

Depaz, R. (2022). Módulo de rotura, densidad y desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado con cal y/o yeso. *Aporte Santiaguino*, *15*(1), 22-42. https://doi.org/10.32911/as.2022.v15.n1.882

Díaz, M., Parada, H., & Alvarado, M. (2019). Usos del adobe en diferentes países de América Latina. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, *10*(2), 73–81. https://doi.org/10.25213/2216-1872.22

El-Derby, A. A. O. D., & Elyamani, A. (2016). The adobe barrel vaulted structures in ancient Egypt: A study of two case studies for conservation purposes. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, *16*(1), 295–314. https://doi.org/10.5281/zenodo.46361

Flores, G., Sanchez, A., Chiuza, M., & Huacho, I. (2022). Aprovechamiento de los residuos madereros para la elaboración de hormigón. *Polo del conocimiento*, *7*(8), 625–640. https://doi.org/10.23857/pc.v7i8

Garzón, G., Montenegro, E. P., & López, F. (2004). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de quercus humboldtii (roble). *Colombia Forestal*, *9*(18), 98. https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2005.1.a08

Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E., Estrada-, M., & Garruña, R. (2018). Caracterización Física y Química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas. *Agrociencia 2División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*, *52*, 639–652. https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n4/2521-9766-agro-52-04-639.pdf

Geffert, A., Geffertova, J., & Dudiak, M. (2019). Direct method of measuring the pH value of wood. *Forests*, *10*(10), 6–10. https://doi.org/10.3390/f10100852

Gonzales, D. (2024). Análisis para conservación preventiva del pH en adobes sitio Monte Lima Ignacio Escudero, provincia de Sullana. *Revista Científica SEARCHING de Ciencias Humanas y Sociales*, *5*, 49–63. https://doi.org/10.46363/searching.v5i2.5

Gonzales, F. (2022). Mejoramiento de las propiedades del adobe con la estabilización de cemento, en viviendas autoconstruidas por familias de bajos recursos económiocos en el Centro Poblado Ramis, Traco, Huancané - 2021 [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano]. En *Repositorio UNA*. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18741

Huarachiri, H. (2018). Estudio constructivo de los putucos de Puno. Patrimonio cultural de la nación [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. En *Repositorio Pucp*. http://hdl.handle.net/20.500.12404/9960

Huenece, A. (2023). Efectos de la ceniza de lemna gibba y fibra de Furcraea andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023 [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo]. En *Repositorio UCV*. https://hdl.handle.net/20.500.12692/130926

Jannat, N., Al-Mufti, R. L., Hussien, A., Abdullah, B., & Cotgrave, A. (2021). Influence of sawdust particle sizes on the physico-mechanical properties of unfired clay blocks. *Designs*, *5*(3). https://doi.org/10.3390/designs5030057

Jokhio, G. A., Syed Mohsin, S. M., & Gul, Y. (2018). Two-fold sustainability - Adobe with sawdust as partial sand replacement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *342*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/342/1/012069

López, R., Bustamante, O., Oblitas, B., & Fernández, F. (2025). Reinforced earth elements with the addition of Opuntia ficus-indica and Physalis peruviana.

DYNA (Colombia), *92*(235), 162–171. https://doi.org/10.15446/dyna.v92n235.116091

Mamani, A., Edgar, A., Ramirez, M., & Fernando, P. (2021). Evaluación del comportamiento térmico de un adobe con adición de diatomita para la construcción de viviendas en las zonas rurales del departamento de Ayacucho [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. En *Repositorio U*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656001

Ministerio de Vivienda de Perú. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. Anexo - Resolución ministerial Nº 121-2017-Vivienda. *Diario Oficial El Peruano*, 11. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf

Nouemssi, G., Amine, B., Mbozo'O, M., Djeumako, B., Valery, D., & Ntamack, G. (2024). Physico-Mechanical Characteristics of Earth Bricks Stabilized with Cement and Padouk Sawdust Residues. *Open Journal of Applied Sciences*, *14*(07), 1788–1806. https://doi.org/10.4236/ojapps.2024.147117

Paul, S., Islam, M., & Elahi, T. E. (2022). Comparative effectiveness of fibers in enhancing engineering properties of Earth as a building Material: A review. *Construction and Building Materials*, *332*(January), 127366. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127366

Quijano, A. (2023). Mejoramiento de las propiedades del adobe, adicionando mucílago de algarrobo, para aumentar su resistencia frente a lluvias e inundaciones TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL AMBIENTAL AUTOR [Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. En *Repositorio USAT*. http://hdl.handle.net/20.500.12423/6092

Quío, J. (2016). Estudio de la contaminación en la industria del aserrío en Iquitos,

Loreto, Perú, 2015 [Tesis de Grado, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana]. En *Repositorio UNAP*. http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4316

Quispe, W., & Reynoso, J. (2024). Adición de Fibra de Maguey y Cal Hidratada para Mejorar las Propiedades Físico-Mecánicas del Adobe para Viviendas Rurales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(6), 4498–4512. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9016

Ramakrishnan, S., Loganayagan, S., Kowshika, G., Ramprakash, C., & Aruneshwaran, M. (2020). Adobe blocks reinforced with natural fibres: A review. *Materials Today: Proceedings*, *45*, 6493–6499. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.377

Read, D. R., Schwalen, R. A., & Webb, D. L. (2000). pH measurements in adobe soils and their implications. NIST Technical Note 934. *(Informe técnico con rangos de pH del suelo adobe entre 7.15 y 8.0).* https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/TN/nbstechnicalnote934.pdf?utm_source=chatgpt.com

Reátegui, S., Matto, E., Arestegui, D., Torres, L., & Mariano, H. (2018). Caracterización física mecánica de los adobes usados en las viviendas de las zonas urbano marginales de la ciudad de Huánuco, Perú. *Investigación Valdizana*, *11*(3), 145–152.

Rivera, H., Valderrama, O., Daza, Á., & Plazas, G. (2020). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía Casanare Colombia. *Revista de Arquitectura*. https://doi.org/10.14718/revarq.2021.2762

Salvador, M., Valerio, H., Vargas, L., Salinas, I., & Fernandez, E. (2023). Maestro y Sociedad. *Maestro y Sociedad*, *20*(2), 87–96.

https://maestroysociedad.uo.edu.cu/

Sánchez, A., Alonso, E., & López, M. (2021). Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, *10*, 9–29. https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.162

Sanchez, H., & Aldana, L. (2023). Caracterización mecánica del Adobe integrando viruta de Pinus Silvestris y Aloe Vera [Tesis de Grado,Universidad Señor de Sipán]. En *Repositorio USS*. https://hdl.handle.net/20.500.12802/11826

Sandoval, G. (2021). Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal [Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. En *Repositorio UCSTM*. http://hdl.handle.net/20.500.12423/4232

Serret, N., Giralt, G., & Quintero, M. (2016). Caracterización de aserrín de diferentes maderas. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, *3*, 468–479. https://www.redalyc.org/pdf/4455/445546669012.pdf

Siyapze, F., Pliya, P., Abdallah, R., & Beaucour, A.-L. (2023). Influence of sawdust and soil type on the high temperature behavior of raw earth bricks. *Materials Today: Proceedings*. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.093

Ticona, N. (2024). Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporando fibra de polipropileno, Puno 2023. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Del Altiplano]. En *Repositorio UNA*. https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/23853

Tunalı, S. (2015). Adobe Structures As Our Cultural Heritage and Their Features. *European Scientific Journal*, *1*(February), 1857–7881. https://core.ac.uk/download/pdf/236405242.pdf?utm_source=chatgpt.com

Vilca, A., & Machaca, E. (2024). Evaluación de la adición de las virutas de eucalipto en el adobe y comportamiento sísmico de un ambiente rural usando un modelo a escala reducida en el altiplano, 2022 [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano]. En *Repositorio UNA*. https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/23867

Vilca, R. (2025). Influencia de la ceniza del tallo del tarwi en las propiedades físi c o - mecánicas del adobe en el centro poblado Munaypa-Inchupalla-Huancané– Puno 2023 [Tesis de Grado, Universidad Continental]. En *Repositorio UC*. https://hdl.handle.net/20.500.12394/17204

Villacrez, B., & Sánchez, C. M. (2024). Influencia de la adición de fibras de coco y aserrín en las propiedades físico - mecánicas del adobe [Tesis de Grado, Universidad Señor de Sipán]. En *Repositorio USS*. https://hdl.handle.net/20.500.12802/12652

ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	
PROBLEMA GENERAL: ¿De qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físico-mecánicas del Adobe Estabilizado? **PROBLEMAS ESPECÍFICOS:** ¿Cuáles son las características de las propiedades físicas de los suelos a utilizar en la fabricación del Adobe Estabilizado? ¿De qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físicas del Adobe Estabilizado? ¿Cuál es la resistencia a la compresión f'o de unidades de adobe con adición de 2%, 10% y 20% de aserrín de madera? ¿Cuál es la resistencia a la compresión f'm de unidades de muretes con adición de 2%, 10% y 20% de aserrín de madera? ¿Cuál es la resistencia a la compresión diagonal f't de unidades de muretes con adición de 0%, 2% y 10% de aserrín de madera?	**OBJETIVO GENERAL:** Determinar de qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físico-mecánicas del Adobe Estabilizado. **OBJETIVOS ESPECIFICOS:** Caracterizar las propiedades físicas de los suelos a utilizar en la fabricación del adobe. Determinar de qué manera afecta el uso del aserrín de madera en las propiedades físicas del Adobe Estabilizado. Determinar la resistencia a la compresión f´o de unidad de adobe estabilizado con dosificaciones de 2%, 10 y 20% de aserrín de madera. Determinar la resistencia a la compresión f'm de unidades de muretes en dosificaciones de 2%, 10% y 20% de aserrín de madera. Determinar la resistencia a la compresión diagonal f't de unidades de muretes en dosificaciones de 0%, 2% y 10% de aserrín de madera.	**HIPÓTESIS GENERAL:** La incorporación de aserrín de madera influye de manera significativa en las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado, modificando su densidad, absorción de agua y resistencia estructural en función del porcentaje adicionado **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:** Los suelos empleados en la fabricación del adobe presentan una granulometría y límites de consistencia adecuados, lo que garantiza su plasticidad y cohesión para uso constructivo. La adición de aserrín modifica las propiedades físicas del adobe, incrementando la absorción de agua y reduciendo el peso unitario por el aumento de vacíos y la porosidad del material. La resistencia a la compresión unitaria mejora con una adición del 2 % de aserrín por una mejor compactación interna, pero disminuye con contenidos del 10 % y 20 % debido a la pérdida de cohesión. La resistencia a la compresión en muretes no convencionales varía según el porcentaje de aserrín, mejorando con el 2 % e incluso disminuyendo con mayores proporciones por la alteración de la densidad y uniformidad del material. La resistencia a la compresión diagonal de los muretes disminuye progresivamente con el incremento del aserrín, afectando la adherencia entre partículas y reduciendo su capacidad de transmisión de esfuerzos cortantes.	**VARIABLES** **Variable Independiente: Aserrín de Madera** **Variable Dependiente:** **Propiedades Físicas:** - Características del suelo. - Variación. Dimensional. - Alabeo. - Peso Unitario. **Propiedades Mecánicas:** - Resistencia a compresión en cubos. - Resistencia a compresión en muretes no convencionales. - Resistencia a la compresión diagonal en muretes.	**MÉTODO** **Enfoque:** Cuantitativo. **Tipo:** Aplicada – experimental. **Nivel:** Explicativo. **Diseño:** Experimental con manipulación de variables y grupo patrón. **Población:** Adobes con diferentes porcentajes de aserrín. **Muestra:** 142 unidades de adobe. **Muestreo:** No probabilístico por conveniencia.

Análisis Granulométrico de Canteras

Quality Test INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	036-MAA
		Fecha	: 01 de Agosto del 2025

DATOS GENERALES

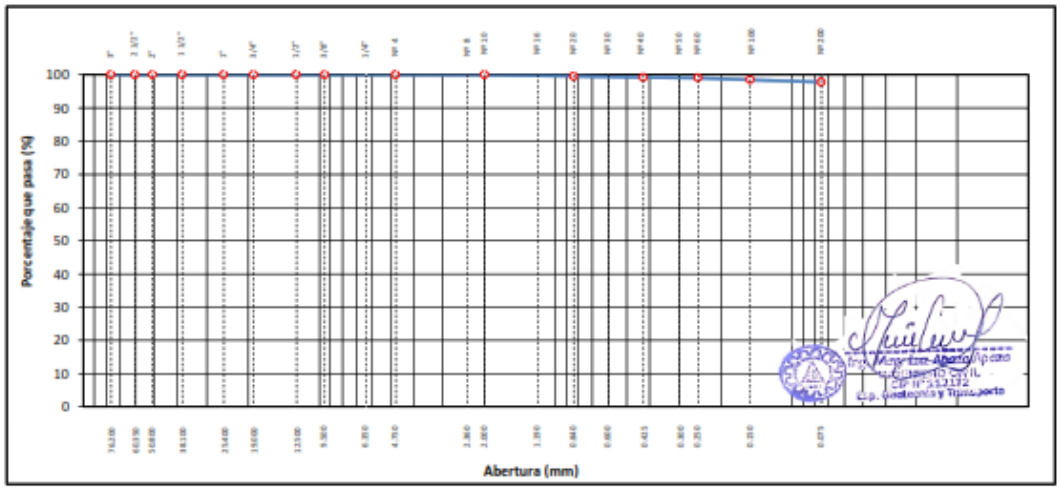
TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACIÓN:**	PUNO	**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 01			**ESTE**	: 390118.21
MUESTRA	: ARCILLA NEGRA	**TAMANO MÁXIMO :**	N° 8	**NORTE**	: 8240443.10
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :**	0.00 m	**COTA**	:

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION
10 in.	254.000					
6 in.	152.400					
5 in.	127.000					
4"	101.600					
3 in.	76.200					
2 1/2 in.	60.350					
2 in.	50.800					
1 1/2 in.	38.100					
1 in.	25.400					
3/4 in.	19.000					
1/2 in.	12.500					
3/8 in.	9.500					
1/4 in.	6.350					
N° 4	4.750					
N° 5	2.360				100.00	
N° 10	2.000	0.21	0.04	0.04	99.96	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840	1.81	0.38	0.42	99.58	
N° 30	0.600					
N° 40	0.425	1.69	0.39	0.82	99.18	
N° 50	0.300	0.69	0.14	0.96	99.04	
N° 60	0.250					
N° 100	0.150	2.59	0.54	1.50	98.50	
N° 200	0.075	3.37	0.70	2.20	97.80	
< N° 200	FONDO	465.55	97.80	100.00		

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)

Peso inicial seco :	479.44 gr.
Peso Global :	
CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO	
Contenido de Humedad (%) :	15.06
TAMAÑO MAXIMO :	N° 5
Limite Liquido (LL):	50.17
Limite Plástico (LP):	26.60
Indice Plástico (IP):	23.57
Clasificación (SUCS) :	CH
Clasificación (AASHTO) :	A-7-6 (16)
Indice de Consistencia :	1.36
DESCRIPSION DEL SUELO	
Descripción (AASHTO):	MALO
Descripción (SUCS):	Arcilla de alta plasticidad
Materia Orgánica :	
Turba :	--
CU : 0.000	CC : 0.000
CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS	
Grava > 2" :	0.00
Grava 2" - N° 4 :	0.00
Arena N°4 - N° 200 :	2.20
Finos < N° 200 :	97.80
%>3"	0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones : La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	056-MAA
		Fecha	: 01 de Agosto del 2025

DATOS GENERALES

TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACIÓN:**	PUNO	**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 01			**ESTE**	: 390118.21
MUESTRA	: ARCILLA NEGRA	**TAMANO MÁXIMO :**	N° 8	**NORTE**	: 8240443.10
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :**	0.00 m	**COTA**	:

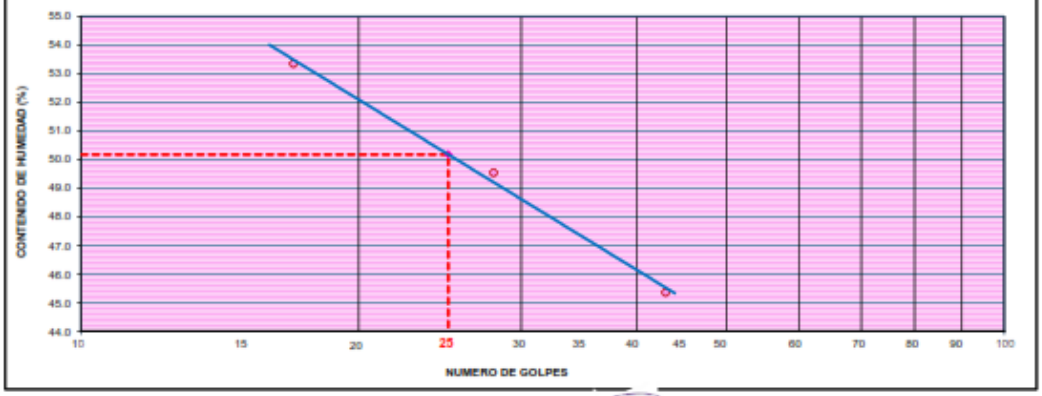
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
PESO DE LA TARA	(g)	20.56	21.22	21.52	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.15	49.63	49.45	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	39.31	40.22	40.55	
PESO DE AGUA	(g)	9.84	9.41	8.63	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.45	19	19.03	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	**53.33**	**49.53**	**45.35**	
NUMERO DE GOLPES	n°	**17**	**28**	**43**	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 01	LC - 02	LC - 03	
PESO DE LA TARA	(g)	21.34	20.74	21.35	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	32.14	30.95	31.71	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	29.55	28.52	29.52	
PESO DE AGUA	(g)	2.26	2.16	2.19	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.54	8.05	8.17	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	**26.46**	**26.73**	**26.81**	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	50.17
LIMITE PLASTICO	26.60
INDICE DE PLASTICIDAD	23.57

OBSERVACIONES

La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	056-MAA
		Fecha	: 01 de Agosto del 2025

DATOS GENERALES					
TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACIÓN:**	PUNO	**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 01			**ESTE**	: 390118.21
MUESTRA	: ARCILLA NEGRA	**TAMANO MÁXIMO :**	N° 8	**NORTE**	: 8240443.10
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :**	0.00 m	**COTA**	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Peso Tara	(gr.)	71.00	70.70	72.00
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	212.42	251.30	266.36
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	190.79	223.20	237.15
Peso Agua	(gr.)	21.63	28.10	29.21
Peso Suelo Seco	(gr.)	119.79	152.50	165.15
Contenido de Humedad	(gr.)	18.06	18.43	17.69
PROMEDIO	(%)	18.06		

Observaciones:

La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS	EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
TESISTA	WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN	PUNO
FECHA	01 DE AGOSTO DEL 2025
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL
CANTERA	C - 01
MUESTRA	: ARCILLA NEGRA
PROFUNDIDAD	: 0.00 m
NIVEL FREATICO	0.00 m

COORDENADAS	
ESTE	: 390118.21
NORTE	: 8240443.10
COTA	:
	:

COTA	PROF.	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
		M - 01	CH	A-7-6 (16)	ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR NEGRO	

Ing. Mayrita Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

OBSERVACIÓN: la muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	056-MAA
		Fecha	01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES

TESISTA : WILBER JAEL CHOQUE PILCO

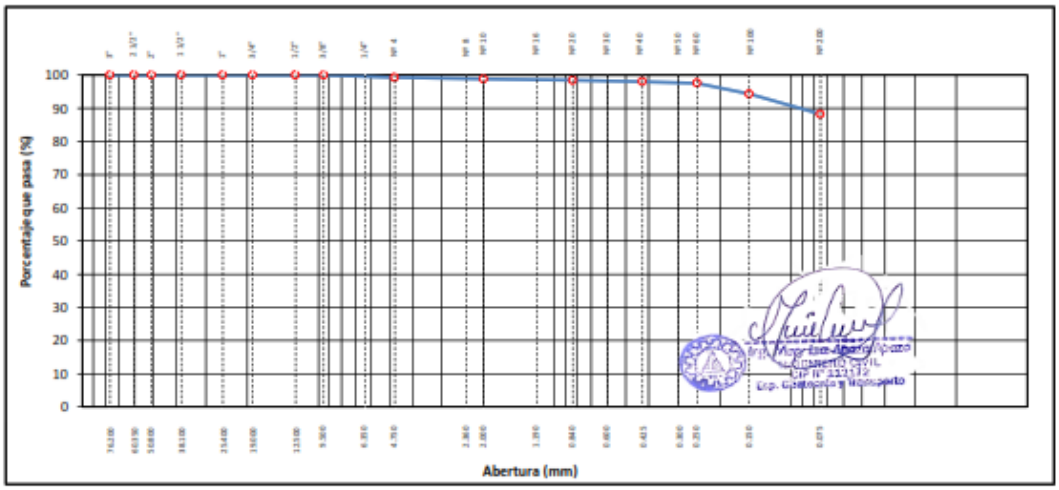
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION :**	PUNO	**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 02			**ESTE**	: 421856.62
MUESTRA	: ARCILLA ROJA	**TAMANO MÁXIMO :**	1/4 in.	**NORTE**	: 8239010.82
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :**	0.00 m	**COTA**	:

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION
10 in.	254.000					
6 in.	152.400					
5 in.	127.000					
4"	101.600					
3 in.	76.200					
2 1/2 in.	60.350					
2 in.	50.800					
1 1/2 in.	38.100					
1 in.	25.400					
3/4 in.	19.000					
1/2 in.	12.500					
3/8 in.	9.500					
1/4 in.	6.350				100.00	
N° 4	4.750	4.45	0.72	0.72	99.28	
N° 5	2.360					
N° 10	2.000	2.72	0.44	1.16	98.84	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840	2.32	0.35	1.53	98.47	
N° 30	0.600					
N° 40	0.425	2.63	0.43	1.96	98.04	
N° 50	0.300	2.92	0.47	2.43	97.57	
N° 60	0.250					
N° 100	0.150	20.23	3.27	5.70	94.30	
N° 200	0.075	37.35	6.04	11.74	88.26	
< N° 200	FONDO	545.97	88.26	100.00		

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)

Peso inicial seco :	618.62 gr.
Peso Global :	
CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO	
Contenido de Humedad (%) :	2.56
TAMAÑO MAXIMO :	1/4 in.
Limite Liquido (LL):	35.41
Limite Plástico (LP):	15.08
Indice Plástico (IP):	20.33
Clasificación (SUCS) :	CL
Clasificación (AASHTO) :	A-6 (12)
Indice de Consistencia :	1.75
DESCRIPSION DEL SUELO	
Descripción (AASHTO):	MALO
Descripción (SUCS):	Arcilla de baja plasticidad
Materia Orgánica :	
Turba :	--
CU : 0.000	CC : 0.000
CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS	
Grava > 2" :	0.00
Grava 2" - Nº 4 :	0.72
Arena Nº4 - Nº 200 :	11.02
Finos < Nº 200 :	88.26
%>3"	0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones : La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**
		Fecha 01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES

TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION :** PUNO		**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 02			**ESTE**	: 421856.62
MUESTRA	: ARCILLA ROJA	**TAMANO MÁXIMO :** 1/4 in.		**NORTE**	: 8239010.52
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :** 0.00 m		**COTA**	:

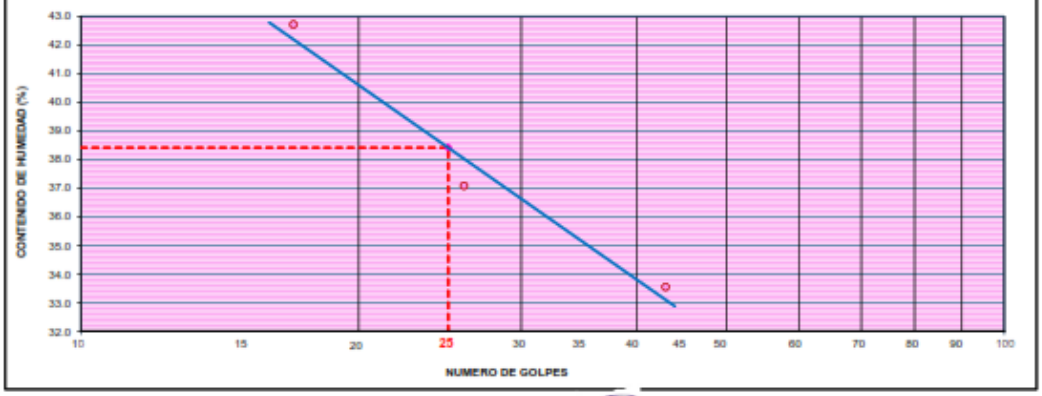
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 04	LC - 05	LC - 06	
PESO DE LA TARA	(g)	35.59	25.04	12.47	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	65.33	52.55	39.11	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	56.43	45.11	32.42	
PESO DE AGUA	(g)	8.9	7.44	6.69	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	20.84	20.07	19.95	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	**42.71**	**37.07**	**33.53**	
NUMERO DE GOLPES	n°	**17**	**26**	**43**	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 04	LC - 05	LC - 06	
PESO DE LA TARA	(g)	20.32	20.65	19.95	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	31.24	32.22	31.60	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	29.60	30.42	29.75	
PESO DE AGUA	(g)	1.64	1.80	1.85	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.28	9.74	9.80	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	**17.67**	**18.48**	**18.88**	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36.41
LIMITE PLASTICO	18.68
INDICE DE PLASTICIDAD	20.33

OBSERVACIONES

La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	
		Fecha	01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES					
TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION :** PUNO		**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 02			**ESTE**	: 421856.62
MUESTRA	: ARCILLA ROJA	**TAMANO MÁXIMO :** 1/4 in.		**NORTE**	: 8239010.82
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :** 0.00 m		**COTA**	:

N° DE ENSAYOS		**1**	**2**	**3**
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Peso Tara	(gr.)	105.31	96.67	102.00
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	311.99	296.69	307.65
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	306.63	290.89	301.95
Peso Agua	(gr.)	5.36	5.80	5.73
Peso Suelo Seco	(gr.)	195.32	192.22	199.95
Contenido de Humedad	(gr.)	2.70	3.02	2.87
PROMEDIO	**(%)**		**2.86**	

Observaciones:

La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS	EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
TESISTA	WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN	PUNO
FECHA	01 DE AGOSTO DEL 2025
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL
CANTERA	C - 02
MUESTRA	: ARCILLA ROJA
PROFUNDIDAD	: 0.00 m
NIVEL FREATICO	0.00 m

COORDENADAS	
ESTE	: 421856.62
NORTE	: 8239010.82
COTA	:
	:

COTA	PROF.	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
		M - 01	CL	A-6 (12)	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR ROJO	

Ing. Mag. Lisa Aparicio Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte

OBSERVACIÓN: la muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	056-MAA
		Fecha	01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES

TESISTA : WILBER JAEL CHOQUE PILCO

PROCEDENCIA : SUELO NATURAL
CANTERA : C - 03
MUESTRA : ARENA ARCILLOSA BEIGE
PROFUNDIDAD : 0.00 m.
UBICACION : PUNO
TAMANO MÁXIMO : 3/4 in.
NIVEL FREÁTICO : 0.00 m

COORDENADAS
ESTE : 392415.73
NORTE : 8243199.14
COTA :

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION
10 in.	254.000					
6 in.	152.400					
5 in.	127.000					
4"	101.600					
3 in.	76.200					
2 1/2 in.	60.350					
2 in.	50.800					
1 1/2 in.	38.100					
1 in.	25.400					
3/4 in.	19.000				100.00	
1/2 in.	12.500	13.34	1.44	1.44	98.56	
3/8 in.	9.500	13.31	1.43	2.87	97.13	
1/4 in.	6.350					
N° 4	4.750	34.43	3.71	6.58	93.42	
N° 5	2.360					
N° 10	2.000	27.76	2.99	9.57	90.43	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840	37.00	3.98	13.55	86.45	
N° 30	0.600					
N° 40	0.425	56.10	9.27	22.83	77.17	
N° 50	0.300	62.05	6.66	29.51	70.49	
N° 60	0.250					
N° 100	0.150	176.12	18.97	48.48	51.52	
N° 200	0.075	79.75	8.59	57.07	42.93	
< N° 200	FONDO	395.63	42.93	100.00		

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)

Peso inicial seco : 925.52 gr.
Peso Global :

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

Contenido de Humedad (%) :	9.51
TAMAÑO MAXIMO :	3/4 in.
Limite Liquido (LL):	27.64
Limite Plástico (LP):	17.98
Indice Plástico (IP):	9.66
Clasificación (SUCS) :	SC
Clasificación (AASHTO) :	A-4 (2)
Indice de Consistencia :	1.55

DESCRIPSION DEL SUELO

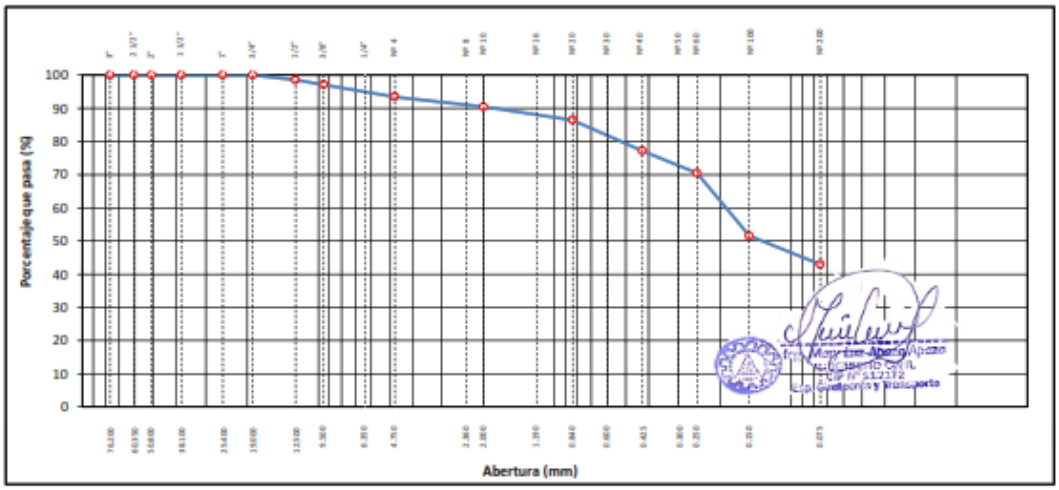
Descripción (AASHTO):	REG-MALO
Descripción (SUCS):	Arena arcillosa
Materia Orgánica :	
Turba :	--

CU : 0.000 CC : 0.000

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS

Grava > 2" :	0.00
Grava 2" - Nº 4 :	6.58
Arena Nº4 - Nº 200 :	50.49
Finos < Nº 200 :	42.93
%>3"	0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones : La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**
		Fecha 01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES

TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION :** PUNO		**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 03			**ESTE**	: 392415.73
MUESTRA	: ARENA ARCILLOSA BEIGE	**TAMANO MÁXIMO :** 3/4 in.		**NORTE**	: 8243199.14
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :** 0.00 m		**COTA**	:

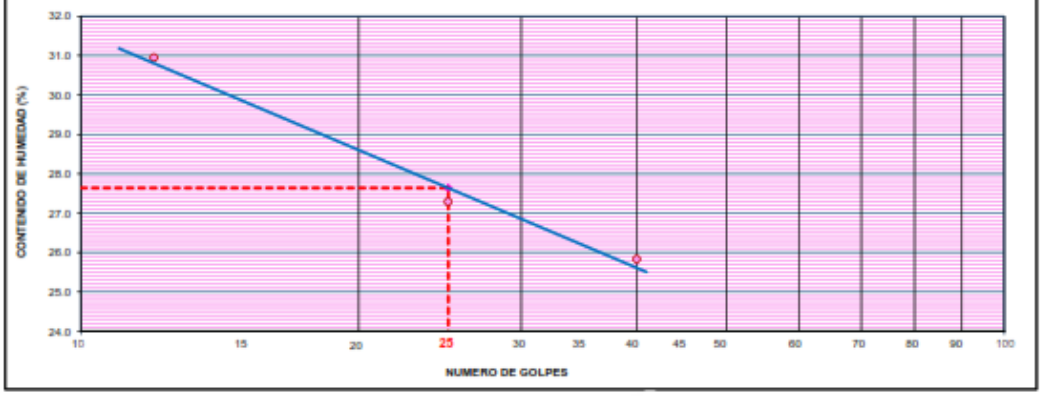
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 07	LC - 05	LC - 09	
PESO DE LA TARA	(g)	21.25	20.69	20.47	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.94	49.10	47.51	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	43.16	43.01	41.96	
PESO DE AGUA	(g)	6.78	6.09	5.55	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	21.91	22.32	21.49	
CONTENIDO DE HUMEDAD	**(%)**	**30.94**	**27.28**	**25.83**	
NUMERO DE GOLPES	**n°**	**12**	**25**	**40**	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 07	LC - 05	LC - 09	
PESO DE LA TARA	(g)	21.63	21.09	20.76	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	31.32	31.67	31.55	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	29.86	30.04	29.93	
PESO DE AGUA	(g)	1.46	1.63	1.65	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.23	8.95	9.17	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	**(%)**	**17.74**	**18.21**	**17.99**	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.64
LIMITE PLASTICO	17.95
INDICE DE PLASTICIDAD	9.66

OBSERVACIONES

La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	
		Fecha	01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES					
TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION :** PUNO		**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 03			**ESTE**	: 392415.73
MUESTRA	: ARENA ARCILLOSA BEIGE	**TAMANO MÁXIMO :** 3/4 in.		**NORTE**	: 8243199.14
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :** 0.00 m		**COTA**	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Peso Tara	(gr.)	70.00	66.45	67.06
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	239.54	326.42	305.25
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	225.30	303.55	284.31
Peso Agua	(gr.)	14.54	22.57	20.97
Peso Suelo Seco	(gr.)	155.30	237.37	217.25
Contenido de Humedad	(gr.)	9.36	9.51	9.65
PROMEDIO	**(%)**		**9.51**	

Observaciones:

La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS	EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
TESISTA	WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN	PUNO
FECHA	01 DE AGOSTO DEL 2025
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL
CANTERA	C - 03
MUESTRA	: ARENA ARCILLOSA BEIGE
PROFUNDIDAD	: 0.00m
NIVEL FREATICO	0.00 m

COORDENADAS	
ESTE	: 392415.73
NORTE	: 8243199.14
COTA	:
	:

COTA	PROF.	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
		M - 01	SC	A-4 (2)	ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR BEIGE	

Ing. Mauricio Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte

OBSERVACIÓN: la muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	056-MAA
		Fecha	01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES

TESISTA : WILBER JAEL CHOQUE PILCO

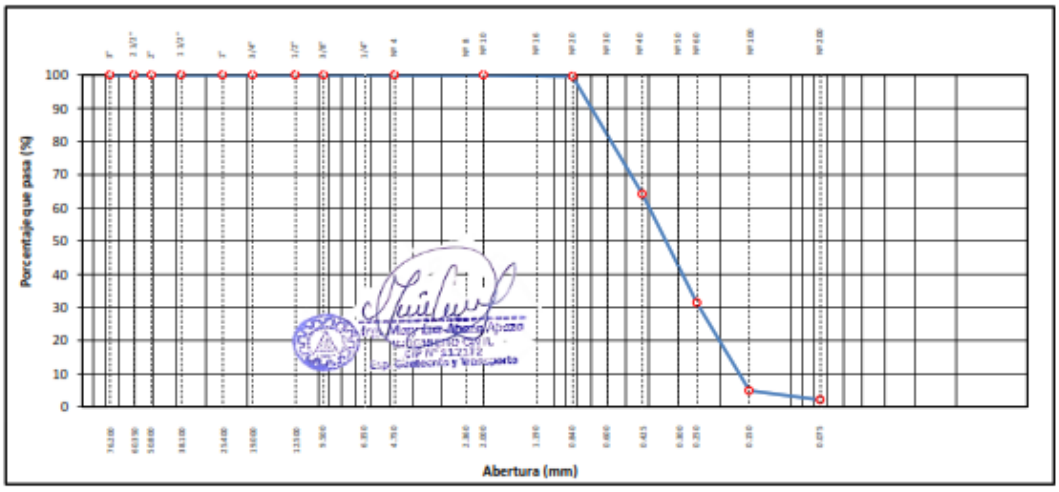
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION** : PUNO		**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 04			**ESTE**	:421527.06
MUESTRA	: ARENA ROJIZA	**TAMANO MÁXIMO** : 1/4 in.		**NORTE**	:8241534.00
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO** : 0.00 m		**COTA**	:

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION
10 in.	254.000					
6 in.	152.400					
5 in.	127.000					
4"	101.600					
3 in.	76.200					
2 1/2 in.	60.350					
2 in.	50.800					
1 1/2 in.	38.100					
1 in.	25.400					
3/4 in.	19.000					
1/2 in.	12.500					
3/8 in.	9.500					
1/4 in.	6.350				100.00	
N° 4	4.750	0.15	0.01	0.01	99.99	
N° 5	2.360					
N° 10	2.000	0.52	0.04	0.05	99.95	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840	4.76	0.36	0.41	99.59	
N° 30	0.600					
N° 40	0.425	466.77	35.51	35.93	64.07	
N° 50	0.300	430.34	32.74	68.67	31.33	
N° 60	0.250					
N° 100	0.150	347.79	26.46	95.13	4.87	
N° 200	0.075	36.26	2.76	97.89	2.11	
< N° 200	FONDO	27.75	2.11	100.00		

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)

Peso inicial seco :	1314.37 gr.
Peso Global :	
CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO	
Contenido de Humedad (%) :	2.55
TAMAÑO MAXIMO :	1/4 in.
Limite Liquido (LL):	NP
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP
Clasificación (SUCS) :	SP
Clasificación (AASHTO) :	A-3 (0)
Indice de Consistencia :	NP
DESCRIPSION DEL SUELO	
Descripción (AASHTO):	BUENO
Descripción (SUCS):	Arena pobremente gradada
Materia Orgánica :	
Turba :	--
CU : 2.372	CC : 1.202
CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS	
Grava > 2" :	0.00
Grava 2" - Nº 4 :	0.01
Arena Nº4 - Nº 200 :	97.88
Finos < Nº 200 :	2.11
%>3"	0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones : La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	
		Fecha	01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES

TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION :**	PUNO	**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 04			**ESTE**	:421527.06
MUESTRA	: ARENA ROJIZA	**TAMANO MÁXIMO :**	1/4 in.	**NORTE**	:8241534.00
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :**	0.00 m	**COTA**	:

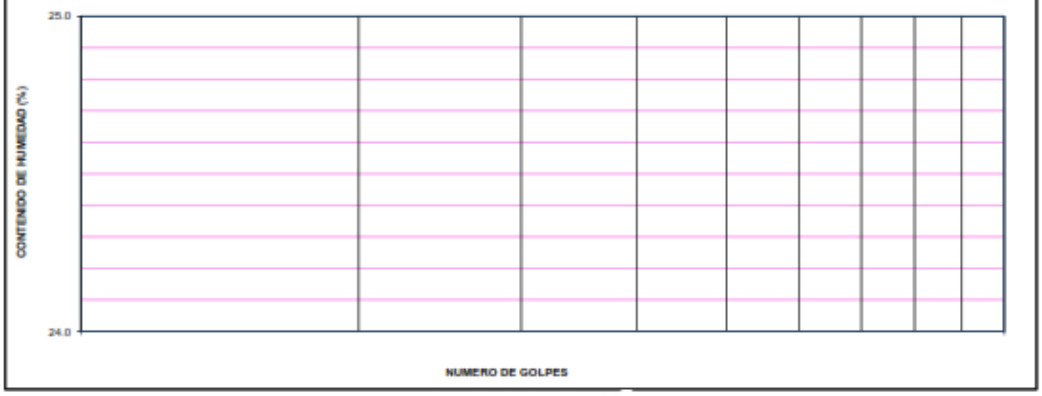
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES	n°				

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA					
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	NP	NP	NP	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES

La muestra fue extraida de la cantera.

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO	**Registro N°**	
		Fecha	01 DE AGOSTO DEL 2025

DATOS GENERALES					
TESISTA	: WILBER JAEL CHOQUE PILCO				
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	**UBICACION :** PUNO		**COORDENADAS**	
CANTERA	: C - 04			**ESTE**	:421527.06
MUESTRA	: ARENA ROJIZA	**TAMANO MÁXIMO :** 1/4 in.		**NORTE**	:8241534.00
PROFUNDIDAD	: 0.00 m.	**NIVEL FREÁTICO :** 0.00 m		**COTA**	:

N° DE ENSAYOS		**1**	**2**	**3**
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Peso Tara	(gr.)	71.03	37.52	30.92
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	309.15	316.30	300.93
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	303.02	309.71	293.59
Peso Agua	(gr.)	6.13	6.59	7.04
Peso Suelo Seco	(gr.)	231.99	272.19	262.97
Contenido de Humedad	(gr.)	2.64	2.42	2.68
PROMEDIO	**(%)**		**2.58**	

Observaciones:

La muestra fue extraida de la cantera.

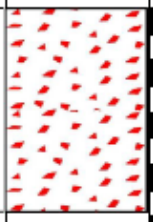
Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

TESIS	EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
TESISTA	WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN	PUNO
FECHA	01 DE AGOSTO DEL 2025
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL
CANTERA	C - 04
MUESTRA	: ARENA DE COLOR ROJIZA
PROFUNDIDAD	: 0.00m
NIVEL FREATICO	0.00 m

COORDENADAS	
ESTE	:421527.06
NORTE	:8241534.00
COTA	:
	:

COTA	PROF.	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
		M - 01	SP	A-3 (0)	ARENA MAL GRADADA DE COLOR ROJIZO	

Ing. Miguel Angel Apaza Apaza
Ingeniero Civil
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte

OBSERVACIÓN: la muestra fue extraida de la cantera.

Certificación de Calibración de Equipos

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza — **186DH-2025 GLF**
Calibration Certificate - Laboratory of Force

Objeto de Prueba *Test Object*	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN
Instrumento *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO
Fabricante *Manufacturer*	TERRASERVICE
Modelo *Model*	STYE-2000
Número de Serie *Serial Number*	220339
Identificación Interna *Internal Identificación*	NO INDICA
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	2000 kN
División de Escala *Scale Division*	0,01 kN
Solicitante *Customer*	QUALITY TEST INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.
Dirección *Address*	JR. RIVERA DEL MAR 284 - JULIACA
Ciudad *City*	JULIACA
Fecha de calibración *Date of calibration*	2025-06-11
Fecha de Emisión *Date of issue*	2025-06-11

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 5
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología G&L Laboratorio no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the G&L Laboratorio Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO — Jhon Yoplac Villanueva — Jefe Departamento de Metrología — G&L Laboratorio S.A.C. — METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima
Correos: certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
Teléfono (01) 622 - 58 - 14 **Celular** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

G&L

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 11/06/2025 17:53:10-0500

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

186DH-2025 GLF

DATOS TÉCNICOS

Instrumento Bajo Calibración (IBC)	
Clase según ISO 7500-1	0,5
Clase según ISO 376	No Identificable
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kN
Resolución	0,01 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 5% al 50% de la carga máxima
Límite Superior de Calibración	1000 kN

Instrumento(s) de Referencia	
Instrumento	Celda de Carga Tipo Botella 150T
Marca	OHAUS // KELI
Modelo	T71P // ZSC
Clase ISO 7500-1	0,5
Número de Serie	B504530209 // 5M56609
Certificado de Calibración	CC - 3613 - 2024
Fecha Calibración	2024-05-06

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ABNT NBR 6197:2021 "Materiais Metálicos - Calibração de Instrumentos de Medição de Força de Uso Geral", en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 3°C durante cada serie de medición.
Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.
Se realizó una inspección general del equipo y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación.

Tabla 1.
Indicaciones como se encuentra el equipo previo al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_3 Ascendente	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación q	Repetibilidad b
%	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
10	200,00	201,76	200,99	201,24	201,34	-0,66	0,39
30	600,00	605,19	603,52	604,90	604,64	-0,77	0,23
50	1000,00	1005,20	1000,91	1004,94	1003,65	-0,37	0,43

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega el equipo posterior al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_2' No Aplica	S_3 Ascendente	S_4 No Aplica	Promedio $S_{1,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
5	100,00	100,51	100,39	----	100,59	----	100,50
10	200,00	200,59	199,50	----	200,05	----	200,15
15	300,00	300,66	299,32	----	300,20	----	300,06
20	400,00	400,49	399,11	----	399,76	----	399,79
25	500,00	500,30	499,03	----	499,52	----	499,62
30	600,00	600,44	599,05	----	600,15	----	599,59
35	700,00	700,32	698,57	----	699,59	----	699,69
40	800,00	800,10	798,72	----	799,34	----	799,39
45	900,00	900,14	898,09	----	898,34	----	898,86
50	1000,00	1001,23	998,93	----	1000,97	----	999,71
Ind. después de Carga		-0,65	-0,66	----	-0,65	----	----

Técnico de Calibración: Euler Tiznado Becerra

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO Jhon Yoplac Villanueva Jefe Aseguramiento de Metrología METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14
Celular 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

186DH-2025 GLF

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 3.
Error relativo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual.

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
-0,033	-0,033	----	-0,033	----

Tabla 4.
Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza.

Indicación del IBC		Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida	
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios			
		q	*b*	*v*	*Acces.*	*a*	*U*	
%	kN	%	%	%	%	%	kN	%
5	100,00	-0,595	0,421	----	----	0,010	0,24	0,243
10	200,00	-0,074	0,395	----	----	0,005	0,47	0,233
15	300,00	-0,020	0,445	----	----	0,003	0,79	0,263
20	400,00	0,053	0,345	----	----	0,003	0,80	0,200
25	500,00	0,077	0,253	----	----	0,002	0,74	0,147
30	600,00	0,015	0,227	----	----	0,002	0,83	0,135
35	700,00	0,044	0,209	----	----	0,001	0,87	0,124
40	800,00	0,077	0,172	----	----	0,001	0,79	0,099
45	900,00	0,127	0,225	----	----	0,001	1,29	0,144
50	1000,00	0,029	0,430	----	----	0,001	2,75	0,275



CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE QUALITY TEST INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L. ubicado en la ciudad de JULIACA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	16,4°C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	16,4°C
Humedad Relativa Máxima:	30% HR	**Humedad Relativa Mínima:**	30% HR

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO Jhon Yojiac Villanueva METROLOGÍA

G&L LABORATORIO S.A.C. LABORATORIO DE METROLOGÍA FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
Teléfono (01) 622 - 58 - 14
Celular 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

186DH-2025 GLF

RESULTADOS DE LA CALIBRACION Continuación...

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
7,1646E-01	9,9772E-01	1,9712E-07	7,5562E-10		1,0000E+00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado.

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,49	110,47	120,45	130,42	140,40
150,00	150,35	160,36	170,34	180,32	190,30
200,00	200,27	210,25	220,23	230,21	240,19
250,00	250,17	260,15	270,13	280,11	290,09
300,00	300,07	310,05	320,03	330,01	339,99
350,00	349,96	359,96	369,94	379,92	389,90
400,00	399,89	409,87	419,85	429,83	439,82
450,00	449,80	459,75	469,77	479,75	489,74
500,00	499,72	509,71	519,69	529,68	539,67
550,00	549,65	559,64	569,62	579,61	589,60
600,00	599,59	609,58	619,56	629,55	639,54
650,00	649,53	659,52	669,51	679,50	689,49
700,00	699,49	709,48	719,47	729,46	739,45
750,00	749,45	759,44	769,44	779,43	789,42
800,00	799,42	809,42	819,41	829,41	839,40
850,00	849,40	859,40	869,40	879,40	889,40
900,00	899,40	909,40	919,40	929,40	939,40
950,00	949,40	959,40	969,41	979,41	989,41
1000,00	999,42				

Tabla 7.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio $S_{1,2\,y\,3}$ kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,60	100,49	-0,11
200,00	200,15	200,27	0,13
300,00	300,06	300,07	0,01
400,00	399,79	399,89	0,10
500,00	499,62	499,72	0,11
600,00	599,59	599,59	-0,30
700,00	699,69	699,49	-0,21
800,00	799,39	799,42	0,03
900,00	899,56	899,40	0,54
1000,00	999,71	999,42	-0,29

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO Ing. Yoplac Villanueva METROLOGÍA

G&L LABORATORIO DE METROLOGÍA LABORATORIO S.A.C. FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14
Celular 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

186DH-2025 GLF

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una clase de instrumento de medición de fuerza de acuerdo con la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 y la sección 5 de la Norma ISO 376:2011.

ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 7500-1:2018					
Clase	Indicación	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad	Resolución Relativa
0,5	0,50	0,50	0,05	0,75	0,25
1	1,00	1,00	0,10	1,50	0,50
2	2,00	2,00	0,20	3,00	1,00
3	3,00	3,00	0,30	4,50	1,50

ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGUN NORMA ISO 376:2011				
Clase	Reproducibilidad	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad
0	0,05	0,025	0,012	0,07
0,5	0,10	0,050	0,025	0,15
1	0,20	0,100	0,050	0,30
2	0,40	0,200	0,100	0,50

OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento.
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "En circunstancias normales, la calibración debe realizarse a intervalos de no más de 12 meses. Este rango puede variar según el tipo de instrumento de medición de fuerza de propósito general, el mantenimiento y la severidad del uso." (ABNT NBR 5197:2021)
4. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
8. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración **No. 186DH-2025 GLF**

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO Jhon Yoplac Villanueva METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14
Celular 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1TLZ9-2025 GLLM

FECHA DE EMISIÓN : 2025-06-11

1. **SOLICITANTE** : **QUALITY TEST INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.**

   DIRECCIÓN : JR. RIVERA DEL MAR N°284 - JULIACA

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **CAZUELA CASAGRANDE MANUAL**

MARCA	: PINZUAR	PROCEDENCIA	: COLOMBIA
MODELO	: S020604	IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 2334	TIPO	: ANÁLOGA
ALCANCE DE	: 0 a 99 999 VUELTAS	UBICACIÓN	: LABORATORIO
DIV. DE ESCALA	: 1 VUELTAS		
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2025-06-11		

3. **PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**
   Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. **LUGAR DE INSPECCIÓN**
   La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE QUALITY TEST INGENIERIA Y SERVICIOS JR. RIVERA DEL MAR N°284 - JULIACA

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura °C	13,0 °C	13,0 °C
Humedad Relativa %HR	30%	30%

6. **TRAZABILIDAD**
   Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Balanza Electrónica Clase II	CM - 2554 - 2025
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital	CL - 1018 - 2025

7. **OBSERVACIONES**
   (*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.
   El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTMD 4318 / NTC 4630

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología
G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.

(*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que fueron tomadas.

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. MASA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima
Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
Teléfono (01) 622 - 58 - 14 **Celular** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

G&L

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 11/06/2025 17:53:10-0500

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº 1TLZ9-2025 GLLM
Página 2 de 2

8. RESULTADOS

CARACTERISTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	215,81	g
Espesor de la copa	2,04	mm
Profundidad de la copa	26,67	mm
Altura de la base	46,52	mm
Ancho de la base	122,05	mm
Longitud de la base	147,77	mm

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

G&L LABORATORIO S.A.C. LABORATORIO DE METROLOGÍA MASA
G&L LABORATORIO S.A.C. LABORATORIO DE METROLOGÍA LONGITUD

Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14
Celular 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

G&L LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE **METROLOGÍA**
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 8E47-2023 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2023-09-18

1. **SOLICITANTE** : **QUALITY TEST INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.**

DIRECCIÓN : **JR. RIVERA DEL MAR 284 - JULIACA**

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 64466

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TAMIZ : 2"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACIÓN : JR. RIVERA DEL MAR Nº 284 - JULIACA

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-09-08

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se coloco una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC..
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firma y sello.

SUPERVISOR LABORATORIO METROLOGÍA

Gilmer Antonio Huaman Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima
Correos:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com
Teléfono: (01) 622 - 58 - 14
Celular: 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C.

G&L LABORATORIO S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 8E47-2023 GLL
Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **METROIL**	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de **METROIL**	Retícula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de **METROIL**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (y)	50.00	49.98	0.02	0.042
VERTICAL (x)		49.92	0.08	0.042

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (dy)	5.05	5.02	0.03	0.000
VERTICAL (dx)		5.02	0.03	0.000

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

SUPERVISOR LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com
Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14
Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60.
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 006 - 2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

1. Expediente	0241-2024
2. Solicitante	CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P S.R.L.
3. Dirección	JR. SANTA CATALINA KM. SN MZA. 6 LOTE. 11 URB. LOS CHOFERES (FRENTE AL OVALO LOS CHOFERES) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
4. Equipo	PRENSA DE MURETES
Capacidad	20000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PM-003
Número de Serie	003
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	NO INDICA
Modelo	HF12C-ac imt
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	1 kg
5. Fecha de Calibración	2024-01-22

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2024-01-22	JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 006 - 2024

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de FUERZA de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25.4	25.9
Humedad Relativa	62%	61%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de ± 2,0 °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 006 - 2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	2000	1999	1999	2001	2000
20	4000	3999	3995	4000	3998
30	6000	5998	5996	5994	5996
40	8000	7992	7993	7990	7992
50	10000	9988	9985	9987	9987
60	12000	11985	11981	11989	11985
70	14000	13988	13984	13991	13988
80	16000	15997	15999	15996	15997
90	18000	18006	18011	18009	18009
100	20000	20015	20021	20018	20018
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
2000	0.03	0.10	0.00	0.50	0.45
4000	0.07	0.13	0.00	0.25	0.38
6000	0.07	0.07	0.00	0.17	0.35
8000	0.10	0.04	0.00	0.13	0.35
10000	0.14	0.03	0.00	0.10	0.35
12000	0.13	0.07	0.00	0.08	0.34
14000	0.09	0.05	0.00	0.07	0.34
16000	0.01	0.02	0.00	0.06	0.34
18000	-0.05	0.03	0.00	0.06	0.34
20000	-0.09	0.03	0.00	0.05	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

Resultados de los Ensayos

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE ALABEO DE UNIDADES DE ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 399.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA :ALABEO DE UNIDADES DE ADOBE
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	CARACTERISTICA	MUESTRA- I	MUESTRA- II	MUESTRA- III	PROMEDIO
			mm	mm	mm	mm
1	ADOBE PATRON	SUPERFICIE DEL ADOBE	3.30	3.40	3.20	**3.30**
2	ADOBE + 2% DE ASERRÍN	SUPERFICIE DEL ADOBE	3.70	3.60	3.50	**3.60**
3	ADOBE + 10% DE ASERRÍN	SUPERFICIE DEL ADOBE	4.60	4.00	4.30	**4.30**
4	ADOBE + 20% DE ASERRÍN	SUPERFICIE DEL ADOBE	5.50	5.30	5.10	**5.30**

OBSERVACIONES:

El ensayo de alabeo a las unidades de adobe se realizo en presencia del solicitante.

Las muestras de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mary Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 399.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA :VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ADOBE
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	CARACTERISTICA	MUESTRA- I	MUESTRA- II	MUESTRA- III	PROMEDIO	ÁREA
			cm	cm	cm	cm	cm2
1	ADOBE PATRÓN	LARGO	22.50	22.40	22.30	**22.40**	270.00
		ANCHO	12.00	12.10	12.30	**12.13**	271.04
		ALTO	8.70	8.50	8.70	**8.63**	274.29
2	ADOBE + 2% DE ASERRÍN	LARGO	22.50	22.50	22.51	**22.50**	275.40
		ANCHO	12.24	12.27	12.23	**12.25**	276.08
		ALTO	8.72	8.69	8.70	**8.70**	275.30
3	ADOBE + 10% DE ASERRÍN	LARGO	22.62	22.60	22.72	**22.65**	280.04
		ANCHO	12.38	12.41	12.40	**12.40**	280.47
		ALTO	8.86	8.84	8.85	**8.85**	281.73
4	ADOBE + 20% DE ASERRÍN	LARGO	22.81	22.78	22.80	**22.80**	286.72
		ANCHO	12.57	12.54	12.55	**12.55**	285.66
		ALTO	9.00	8.99	9.00	**9.00**	286.14

OBSERVACIONES:

El ensayo de variación dimensional a las unidades de adobe se realizo en presencia del solicitante.

Las muestras de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mayra Isaac Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 232172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 399.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA :PESO UNITARIO DE UNIDADES DE ADOBE
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	DIMENSIONES DE ADOBES				MUESTRA-I	MUESTRA-II	MUESTRA-III	MUESTRA-IV	PESO UNITARIO
		L (m)	A (m)	H (m)	Volumen (cm)	kg	kg	kg	kg	kg/m3
1	ADOBE PATRON	0.225	0.120	0.087	0.0023	4.278	4.318	4.345	4.328	1821.201
		0.224	0.121	0.085	0.0023					1874.262
		0.223	0.123	0.087	0.0024					1820.793
		0.224	0.121	0.087	0.0024					1835.416
2	ADOBE + 2% DE ASERRÍN	0.225	0.123	0.080	0.0022	3.950	3.972	3.882	3.988	1778.318
		0.225	0.125	0.087	0.0024					1623.295
		0.226	0.122	0.087	0.0024					1618.333
		0.225	0.123	0.081	0.0022					1779.027
3	ADOBE + 10% DE ASERRÍN	0.225	0.122	0.085	0.0023	3.380	3.420	3.318	3.350	1448.623
		0.226	0.124	0.083	0.0023					1470.340
		0.224	0.125	0.084	0.0024					1410.714
		0.225	0.124	0.083	0.0023					1446.647
4	ADOBE + 20% DE ASERRÍN	0.225	0.122	0.089	0.0024	3.296	3.196	3.244	3.230	1349.133
		0.224	0.120	0.088	0.0024					1351.123
		0.223	0.123	0.086	0.0024					1375.221
		0.224	0.122	0.088	0.0024					1343.111

OBSERVACIONES:
El ensayo de peso unitario de adobes se realizo en presencia del solicitante.
Las muestras de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mercedes Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA DE UNIDADES DE ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 399.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : ABSORCIÓN DE AGUA DE UNIDADES DE ADOBE
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	CARACTERISTICA	MUESTRA- I	MUESTRA- II	MUESTRA- III	PROMEDIO
1	ADOBE PATRÓN	PESO DE ADOBE SECO	4.42	4.28	4.35	**4.35**
		PESO DE ADOBE SATURADO	5.96	5.82	5.89	**5.89**
		% ABSORCIÓN	34.90	35.82	35.40	**35.37**
2	ADOBE + 2% DE ASERRÍN	PESO DE ADOBE SECO	4.08	4.07	4.09	**4.08**
		PESO DE ADOBE SATURADO	5.29	5.36	5.43	**5.36**
		% ABSORCIÓN	29.53	31.66	32.71	**31.30**
3	ADOBE + 10% DE ASERRÍN	PESO DE ADOBE SECO	3.18	3.20	3.79	**3.39**
		PESO DE ADOBE SATURADO	4.75	4.74	5.18	**4.89**
		% ABSORCIÓN	49.21	48.00	36.68	**44.16**
4	ADOBE + 20% DE ASERRÍN	PESO DE ADOBE SECO	3.14	3.52	3.53	**3.40**
		PESO DE ADOBE SATURADO	4.96	4.94	4.95	**4.95**
		% ABSORCIÓN	58.09	40.34	40.23	**45.77**

OBSERVACIONES:

El ensayo de absorción de agua de unidades de adobe se realizo en presencia del solicitante.

Las muestras de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mayra Isa Abarca Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : ADOBE PATRON
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA DE ADOBE	CARGA	PESO ADOBE	LARGO	ANCHO	AREA	Esf. de Rotura (Fo)
		KN	gr.	cm	cm	cm2	Kg/cm2
1	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE PATRON	21.40	4278.00	14.31	14.07	201.24966	10.84
2	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE PATRON	20.98	4318.00	14.22	14.41	204.88138	10.44
3	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE PATRON	21.20	4345.00	14.20	14.24	202.26492	10.69

10.66

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de los cubos de adobe se realizo en presencia del solicitante.

Los cubos de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mary Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : ADOBE ELABORADO CON 2 % DE ASERRÍN
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA DE ADOBE	CARGA	PESO ADOBE	LARGO	ANCHO	AREA	Esf. de Rotura (Fo)
		KN	gr.	cm	cm	cm2	Kg/cm2
1	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 2% ASERRÍN	24.63	3950.00	14.14	14.46	204.57882	12.28
2	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 2% ASERRÍN	25.03	3972.00	14.23	14.72	209.46362	12.18
3	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 2% ASERRÍN	25.30	3882.00	14.20	14.63	207.76063	12.42

12.29

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de los cubos de adobe se realizo en presencia del solicitante.

Los cubos de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mary Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : ADOBE ELABORADO CON 10 % DE ASERRÍN
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA DE ADOBE	CARGA	PESO ADOBE	LARGO	ANCHO	AREA	Esf. de Rotura (Fo)
		KN	gr.	cm	cm	cm2	Kg/cm2
1	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 10% ASERRÍN	17.95	3380.00	13.97	15.14	211.40217	8.66
2	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 10% ASERRÍN	18.58	3420.00	13.99	14.40	201.38524	9.41
3	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 10% ASERRÍN	18.26	3318.00	13.99	14.78	206.75821	9.01

9.02

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de los cubos de adobe se realizo en presencia del solicitante.

Los cubos de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mary Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 112172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.613

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : ADOBE ELABORADO CON 20 % DE ASERRÍN
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA DE ADOBE	CARGA	PESO ADOBE	LARGO	ANCHO	AREA	Esf. de Rotura (Fo)
		KN	gr.	cm	cm	cm2	Kg/cm2
1	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 20% ASERRÍN	14.50	3296.00	13.95	14.41	201.04832	7.35
2	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 20% ASERRÍN	14.70	3196.00	14.33	15.02	215.2188	6.96
3	MOLDEO DE ADOBE 15 X 15 X 15 ADOBE ELABORADO CON 20% ASERRÍN	15.20	3244.00	14.52	14.82	215.20122	7.20

7.17

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de los cubos de adobe se realizo en presencia del solicitante.

Los cubos de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mayra Luz Abarca Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 112172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.605

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : CONSTRUCCION DE PRISMAS DE ADOBE
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	CARGA	ALTURA	LARGO	ANCHO	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECIÓN	AREA	(Fm)	(Fm) CORREGIDO
		KN	cm	cm	cm			cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
1	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA PATRON	25.08	29.10	22.50	12.00	2.43	0.94	270	9.47	8.94
2	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA PATRON	24.78	28.50	22.40	12.10	2.36	0.93	271.04	9.32	8.69
3	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA PATRON	24.97	29.10	22.30	12.30	2.37	0.93	274.29	9.28	8.64

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de prismas de adobe se realizo en presencia del solicitante
Las prismas de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mayra Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.605

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : CONSTRUCCION DE PRISMAS DE ADOBE CON 2% DE ASERRÍN
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	CARGA	ALTURA	LARGO	ANCHO	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECIÓN	AREA	(Fm)	(Fm) CORREGIDO
		KN	cm	cm	cm			cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
1	CONSTRUCCION DE PRISMAS	27.24	29.40	22.50	12.34	2.38	0.94	277.65	10.00	9.41
	PRISMA CON 2 % DE ASERRÍN									
2	CONSTRUCCION DE PRISMAS	26.52	29.10	22.50	12.50	2.33	0.93	281.25	9.62	8.94
	PRISMA CON 2 % DE ASERRÍN									
3	CONSTRUCCION DE PRISMAS	26.93	29.10	22.60	12.20	2.39	0.93	275.72	9.96	9.29
	PRISMA CON 2 % DE ASERRÍN									

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de prismas de adobe se realizo en presencia del solicitante

Las prismas de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mayra Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.605

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : CONSTRUCCION DE PRISMAS DE ADOBE CON 10 % DE ASERRÍN
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	CARGA	ALTURA	LARGO	ANCHO	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECIÓN	AREA	(Fm)	(Fm) CORREGIDO
		KN	cm	cm	cm			cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
1	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA CON 10 % DE ASERRÍN	24.30	28.50	22.50	12.20	2.34	0.94	274.5	9.03	8.50
2	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA CON 10 % DE ASERRÍN	23.79	27.90	22.60	12.40	2.25	0.93	280.24	8.66	8.05
3	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA CON 10 % DE ASERRÍN	24.15	28.20	22.40	12.50	2.26	0.93	280	8.79	8.16

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de prismas de adobe se realizo en presencia del solicitante
Las prismas de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mayra Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

NORMA E. 080 - RNE, NTP 339.605

TESIS : EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO
SOLICITANTE : WILBER JAEL CHOQUE PILCO
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO, PROVINCIA DE PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO
MUESTRA : CONSTRUCCION DE PRISMAS DE ADOBE CON 20 % DE ASERRÍN
FECHA : 29 DE SETIEMBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE PRISMAS DE ADOBE	CARGA	ALTURA	LARGO	ANCHO	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECIÓN	AREA	(Fm)	(Fm) CORREGIDO
		KN	cm	cm	cm			cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
1	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA CON 20 % DE ASERRÍN	21.10	29.00	22.50	12.20	2.38	0.94	274.5	7.84	7.39
2	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA CON 20 % DE ASERRÍN	20.20	29.40	22.40	12.00	2.45	0.93	268.8	7.66	7.16
3	CONSTRUCCION DE PRISMAS PRISMA CON 20 % DE ASERRÍN	20.46	28.80	22.30	12.30	2.34	0.93	274.29	7.61	7.07

OBSERVACIONES:

El ensayo de resistencia a compresión de prismas de adobe se realizo en presencia del solicitante

Las prismas de adobe fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

Ing. Mayra Luz Apaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 212172
Esp. Geotecnia y Transporte

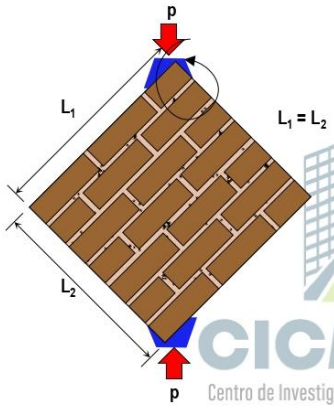
CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

NTP 399.621 - ASTM E - 519

COD. EXPEDIENTE: 042 - 2025 CICMIC B&P SRL

TESIS	:	"EFECTO DEL ASERRIN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO"
TESISTA	:	BACH. WILBER JAEL CHOQUE PILCO
MUESTRA	:	ADOBE PATRON
FECHA	:	SETIEMBRE DEL 2025



DESCRIPCIÓN

Murete de adobe patrón
Espesor: 12.50 cm
Medidas: 60 x 60 cm
Edad: 28 días

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

RESULTADOS DE ENSAYO

Descripcion de murete	EDAD (Días)	Carga (Kg)	Espesor t (cm)	Long. Diag. (cm)	Área total (cm²)	V_m (kg/cm²)	Resistencia NTP-E.080	% Resistencia Promedio	Tipo de Falla
Murete 1	28	321	12.50	84.50	1056.25	0.215	0.25	85.94	Diagonal en juntas
				Promedio de V_m		0.215			

OBSERVACIONES

Las muestras fueron elaboradas y puestas en el laboratorio por el tesista.

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 179084

986 473 762 910 835 855
cicmicb&p@gmail.com
Juliaca, Puno - Perú

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

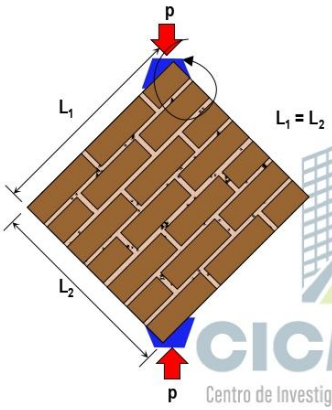
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

NTP 399.621 - ASTM E - 519

COD. EXPEDIENTE: 042 - 2025 CICMIC B&P SRL

TESIS	:	"EFECTO DEL ASERRIN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO"
TESISTA	:	BACH. WILBER JAEL CHOQUE PILCO
MUESTRA	:	ADOBE PATRON + 2% DE ASERRIN
FECHA	:	SETIEMBRE DEL 2025



DESCRIPCIÓN

Murete de adobe patrón + 2% de aserrín
Espesor: 12.50 cm
Medidas: 60 x 60 cm
Edad: 28 días

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

RESULTADOS DE ENSAYO

Descripcion de murete	EDAD (Días)	Carga (Kg)	Espesor t (cm)	Long. Diag. (cm)	Área total (cm²)	V_m (kg/cm²)	Resistencia NTP-E.080	% Resistencia Promedio	Tipo de Falla
Murete 2	28	378	12.50	84.50	1056.25	0.253	0.25	101.21	Diagonal en juntas
				Promedio de V_m		0.253			

OBSERVACIONES

Las muestras fueron elaboradas y puestas en el laboratorio por el tesista.

CICMIC B&P SRL
Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 179084

986 473 762 910 835 855
cicmicb&p@gmail.com
Juliaca, Puno - Perú

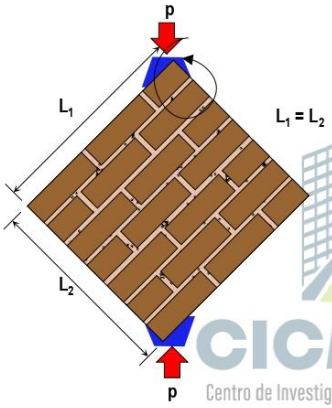
CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

NTP 399.621 - ASTM E - 519

COD. EXPEDIENTE: 042 - 2025 CICMIC B&P SRL

TESIS	:	"EFECTO DEL ASERRIN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO"
TESISTA	:	BACH. WILBER JAEL CHOQUE PILCO
MUESTRA	:	ADOBE PATRON + 10% DE ASERRIN
FECHA	:	SETIEMBRE DEL 2025



DESCRIPCIÓN

Murete de adobe patrón + 10% de aserrín
Espesor: 12.50 cm
Medidas: 60 x 60 cm
Edad: 28 días

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

RESULTADOS DE ENSAYO

Descripcion de murete	EDAD (Días)	Carga (Kg)	Espesor t (cm)	Long. Diag. (cm)	Área total (cm²)	V_m (kg/cm²)	Resistencia NTP-E.080	% Resistencia Promedio	Tipo de Falla
Murete 3	28	338	12.50	84.50	1056.25	0.226	0.25	90.50	Diagonal en juntas
				Promedio de V_m		0.226			

OBSERVACIONES

Las muestras fueron elaboradas y puestas en el laboratorio por el tesista.

CICMIC B&P SRL
Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

986 473 762 910 835 855
cicmicb&p@gmail.com
Juliaca, Puno - Perú

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital: [X] Fecha de entrega: 18/05/2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Wilber Jael Choque Pilco
Dirección: Calle 01 Habilitación Urbana Flor de Sankayo Lt. 09
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75082217
Teléfono: 951912071 email: wilberjaelc4@gmail.com

Nombres y Apellidos:
Dirección:
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:
Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras
Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil
Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Civil
Asesor: Mgtr. Wilfredo David Supo Pacori

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]

Título: EFECTO DEL ASERRÍN DE MADERA EN LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Adobe estabilizado, aserrín de madera, propiedades físicas, propiedades mecánicas, resistencia a la compresión.

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

2

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.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

2. **Referencia de tesis:**

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 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 comérciales 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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

[X] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17



Firma de Autor | huella digital | 18 de Mayo del 2026 Fecha

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/