TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE

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/

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

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : Dr. RONALD MADERA TERÁN

PRIMER MIEMBRO : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS : Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0289-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de mayo del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-003937** presentado por el (la) Bachiller: **CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Titulo 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. RONALD MADERA TERÁN
- **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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

ARTICULO TERCERO. – **APROBAR,** la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Miercoles 27 de mayo del 2026
- **HORA** : 08:00 hr
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 60975

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
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1577-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-11796** por el señor (a): **CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 1108-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 161 - 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): **CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. 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° 161 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

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

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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): **CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES,** en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. OSCAR V. VIGIONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32730

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

cc.
Archivo
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° 781-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 908, presentado por el señor (a) CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO – N° 650-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 071-2025 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): CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE ha presentado su propuesta de investigación Titulada: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. 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° 071-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025.

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

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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): CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE 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 2025
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
Central Telefónica: (051) 321142 - Juliaca - Puno - Perú - Pag. Web: www.uancv.edu.pe
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PR...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:605361654

Fecha de entrega
7 jul 2026, 11:50 GMT-5

Fecha de descarga
7 jul 2026, 14:12 GMT-5

Nombre del archivo
T036_70339253_T.docx

Tamaño del archivo
35.6 MB

153 páginas

25.709 palabras

142.548 caracteres

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

14% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

10%	Fuentes de Internet
1%	Publicaciones
12%	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.

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

Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70339253
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2457-0350
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - **P17**
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"  https://maps.app.goo.gl/5W9RJLMVNViz5iBY8
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2025 – Mayo 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#2.01.00 **Ingeniería de Materiales** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

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

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE, identificado con DNI Nro. 70339253, en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA CIVIL,

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

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como 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 11 de junio 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/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi camino y darme la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta.

A mis padres Tomas Ponce Calatayud, Flavia Julia Quispe Mamani y familia, por su amor, apoyo incondicional y sacrificio constante, que hicieron posible mi formación profesional.

A todas las personas que confiaron en mí y me motivaron a seguir adelante durante este importante proceso.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme culminar satisfactoriamente esta investigación.

A mis padres Tomas Ponce, Flavia Quispe y familia, por su apoyo y confianza permanentes.

Un agradecimiento especial a mi asesor, Dr. Arnaldo Yana Torres, por su orientación, enseñanzas y apoyo durante el desarrollo de esta tesis.

Asimismo, agradezco a los docentes y a todas las personas que contribuyeron directa o indirectamente a la realización de este trabajo.

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

ÍNDICE GENERAL

Pág.

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática 15
1.2 Planteamiento del problema. 17
1.2.1 Problema general. 17
1.2.2 Problemas específicos. 17
1.3 Objetivos de la investigación. 18
1.3.1 Objetivo general 18
1.3.2 Objetivos específicos 18
1.4 Justificación de la investigación. 18
1.4.1 Justificación técnica. 18
1.4.2 Justificación económica 19
1.4.3 Justificación social 19
1.4.4 Justificación ambiental 19
1.5 Hipótesis de la investigación. 20
1.5.1 Hipótesis general. 20
1.5.2 Hipótesis específicas. 20
1.6 Variables e indicadores. 21
1.6.1 Variable independiente 21

1.6.2 Variable dependiente 21
1.7 Operacionalización de variables. 22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 23
2.1.1 Antecedentes internacionales 23
2.1.2 Antecedente nacional. 26
2.1.3 Antecedente de ámbito local. 28
2.2 Bases teóricas 29
2.2.1 Ceniza de carbón 29
2.2.1.1 Composición química y propiedades de la ceniza de carbón 30
2.2.1.2 Impacto de la ceniza de carbón en las propiedades de los ladrillos 31
2.2.1.3 Estudios previos sobre la ceniza de carbón en la fabricación de ladrillos 33
2.2.2 Polvo de concreto 34
2.2.2.1 Propiedades del polvo de concreto reciclado 35
2.2.2.2 Efecto del polvo de concreto reciclado en la mejora de las características de los ladrillos 36
2.2.3 Propiedades de los ladrillos 37
2.2.3.1 Resistencia a la compresión 38
2.2.3.2 Absorción de agua 39
2.2.3.3 Estabilidad dimensional y alabeo 41
2.2.3.4 Durabilidad frente a factores ambientales 42
2.3 Marco conceptual 43

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación 46
3.2 Tipo de la investigación 46
3.3 Nivel de la investigación 47
3.4 Diseño de la investigación 47

3.5 Método de la investigación 48
3.6 Población y muestra de la investigación 49
3.6.1 Población 49
3.6.2 Muestra 49
3.7 Técnicas e instrumentos 51
3.7.1 Técnicas 51
3.7.2 Instrumentos 52
3.8 Procedimiento y recolección de datos 53
3.8.1 Procedimiento y recolección de información 56
3.8.2 Ensayos en laboratorio 59
3.9 Procesamiento de datos y análisis 69

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos de los ensayos 71
4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal 72
4.1.2 Propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado 78
4.1.3 Influencia de la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado sobre la resistencia a la compresión. 90
4.2 Discusión de resultados 92
CONCLUSIONES 95
RECOMENDACIONES 97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 98
ANEXOS 103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 22
Tabla 2 Número de unidades experimentales 50
Tabla 3 Rango de consistencia muestra-01 72
Tabla 4 Rango de consistencia muestra-01 73
Tabla 5 Coeficiente porcentual de modificación de dimensión (largos) 74
Tabla 6 Coeficiente porcentual de modificación de dimensión (anchos) 74
Tabla 7 Coeficiente porcentual de modificación de dimensión (altos) 75
Tabla 8 Grado de alabeo en unidades convencionales de ladrillo 76
Tabla 9 Grado de absorción de ladrillos convencionales 76
Tabla 10 Propiedades de succión en ladrillo artesanal 77
Tabla 11 Parámetro de resistencia de ladrillos artesanales 78
Tabla 12 Coeficiente porcentual de modificación dimensional de LA 78
Tabla 13 Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% CC 79
Tabla 14 Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 10% CC 79
Tabla 15 Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% PCR 80
Tabla 16 Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% PCR 80
Tabla 17 Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% PCR 81
Tabla 18 Alabeo de los ladrillos con incorporación de CC (5% y 10%) 83
Tabla 19 Alabeo de los ladrillos con incorporación de PCR (5% y 10%) 84
Tabla 20 Alabeo de los ladrillos con incorporación de CC y PCR (5% y 10%) 84
Tabla 21 Grado de absorción en ladrillos estabilizados con CC (5% y 10%) 86
Tabla 22 Grado de absorción en ladrillos estabilizados con PCR (5% y 10%) 86
Tabla 23 Comparación de grado de absorción en ladrillos con y sin modificar 87
Tabla 24 Potencial de succión en ladrillos estabilizados con CC (5% y 10%) 88
Tabla 25 Potencial de succión en ladrillos estabilizados con PCR (5% y 10%) 88
Tabla 26 Comparación de grado de succión en ladrillos con y sin modificar 89

Tabla 27 Valores de esfuerzo a compresión de ladrillos con CC (5% y 10%) 90

Tabla 28 Valores de esfuerzo a compresión de ladrillos con PCR (5% y 10%) 90

Tabla 29 Comparación de grado de succión en ladrillos con y sin modificar 91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cenizas de carbón 58
Figura 2 Polvo de concreto reciclado 59
Figura 3 Prueba de granulometría de materiales finos de arcilla 60
Figura 4 Prueba de límites de consistencia 61
Figura 5 Prueba de variación dimensional de unidades de ladrillo 64
Figura 6 Prueba de alabeo de unidades de ladrillo 65
Figura 7 Prueba de absorción de unidades de ladrillo 66
Figura 8 Prueba de succión de unidades de ladrillo 68
Figura 9 Ladrillos sometidos a resistencia a la compresión 69
Figura 10 Gráfica de distribución de tamaños muestra - 01 73
Figura 11 Variación porcentual del cambio dimensional en el largo 81
Figura 12 Variación porcentual del cambio dimensional en el ancho 82
Figura 13 Variación porcentual del cambio dimensional en el alto 82
Figura 14 Visualización numérica de la deformación por alabeo 85
Figura 15 Cifra de absorción en unidades estabilizadas de ladrillo 87
Figura 16 Comportamiento de succión en ladrillo estabilizado 89
Figura 17 Fuerzas compresivas soportados por los ladrillos estabilizados 91

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo principal evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román. La metodología empleada contempla un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental y método científico, el procedimiento incluyó la elaboración de grupos experimentales de ladrillo con distintas proporciones de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado (5% y 10%). Los resultados obtenidos demostraron que la adición de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado, mantiene los cambios en las dimensiones de la unidades de ladrillo, reduce mínimamente los cambios en los alabeos, asimismo, aporta en gran medida a la reducción de la absorción, llegando hasta 14.45% y 13.77% con 10% de uso de ambos materiales respectivamente, del mismo modo en la succión, llegando hasta 14.83 gr/cm2 y 13.06 gr/cm2 con 10% de uso de ambos materiales respectivamente; por otro lado, en el esfuerzo a la aplicación de cargas axiales, la proporción optima de empleo de cenizas y polvo es de 10%, mismos que incrementan el esfuerzo de 45.48 kg/cm² hasta 51.53 kg/cm² y 52.96 kg/cm² respectivamente. En conclusión, la utilización de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado se valida como una alternativa eficaz y sostenible para optimizar las propiedades de los ladrillos artesanales, puesto que llega a cumplir con las especificaciones de la norma E0.70 para unidades de ladrillo de Tipo I.

Palabras Clave: Ceniza de carbón, ladrillo artesanal, polvo de concreto reciclado.

ABSTRACT

The main objective of this study is to evaluate the influence of incorporating coal ash and recycled concrete dust on the physical and mechanical properties of handmade bricks produced in the province of San Román. The methodology employed is quantitative, applied, explanatory, experimental, and uses the scientific method. The procedure involved preparing experimental groups of bricks with different proportions of coal ash and recycled concrete dust (5% and 10%). The results obtained demonstrated that the addition of coal ash and recycled concrete dust maintains the dimensions of the brick units, minimally reduces warping, and significantly reduces absorption, reaching 14.45% and 13.77% with 10% use of both materials, respectively. Similarly, suction was reduced, reaching 14.83 g/cm² and 13.06 g/cm² with 10% use of both materials, respectively. On the other hand, when subjected to axial loads, the optimal proportion of ash and dust is 10%, which increases the strength from 45.48 kg/cm² to 51.53 kg/cm² and 52.96 kg/cm², respectively. In conclusion, the use of coal ash and recycled concrete dust is validated as an effective and sustainable alternative for optimizing the properties of handmade bricks, as it meets the specifications of standard E0.70 for Type I brick units.

Keywords: Coal ash, handmade brick, recycled concrete dust.

INTRODUCCIÓN

Globalmente, el sector de la construcción ha sido históricamente uno de los sectores más relevantes para el desarrollo económico en diferentes regiones. No obstante, esta práctica genera un importante impacto ambiental, ya que conduce a un gran consumo de recursos naturales no renovables y, por tanto, ha motivado la búsqueda de estrategias alternativas de producción de materiales de construcción sostenibles. Dentro de este marco, se ofrece la reutilización de materiales industriales y residuos, como la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado, en la producción de ladrillos hechos a mano como una opción práctica orientada a mejorar sus características técnico-mecánicas mientras se reduce su huella ambiental. No solo estos materiales reciclados tienen el potencial de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos, sino que también combaten los residuos industriales, componente crítico de la construcción sostenible.

La producción artesanal de ladrillos en la provincia peruana sureña de San Román es una actividad tanto económicamente significativa como culturalmente relevante para estudiar; sin embargo, a menudo se citan los ladrilleros como una de las fuentes que contribuyen a la contaminación localizada. Por otro lado, los ladrillos tradicionales tienen sus propias limitaciones en cuanto a resistencia, durabilidad y sostenibilidad. Esto ha llevado a la investigación sobre el uso de materiales adicionales, incluidos la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado, que podrían mejorar las características de dichos ladrillos sin menoscabar la economía de su producción. Resumen: La ceniza de carbón producida a partir de la combustión del carbón para la generación de energía y otros procesos industriales ha recibido considerable atención por sus propiedades como sustituto parcial que mejora la trabajabilidad, la resistencia y otras características en productos de construcción. Por otro lado, el polvo de concreto reciclado (RC) proveniente de la trituración de escombros de construcción ha mostrado un excelente potencial como material de construcción sostenible y como mejora de sus propiedades. Al unir estos dos

materiales para fabricar ladrillos artesanales, podrían obtenerse bloques de mejor desempeño: más duraderos y con menor daño ambiental.

Esta investigación tiene como objetivo analizar el efecto de la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado sobre sus propiedades físico-mecánicas, en ladrillos hechos a mano elaborados por productores de la provincia de San Román (en 2025). En este contexto, el estudio busca investigar cómo la variación de estos materiales puede cambiar las principales propiedades del ladrillo (resistencia a la compresión, absorción de agua, durabilidad y estabilidad dimensional). Asimismo, también tiene como objetivo comparar los resultados del ensayo alcanzados con los obtenidos de ladrillos tradicionales, con el fin de resaltar avances notables en su desempeño. Con base en esta investigación, el estudio tiene como objetivo establecer si la inclusión de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado puede constituir una opción práctica y sostenible para la actividad de construcción local.

Los objetivos particulares de este estudio son los siguientes: (i) Los efectos de la ceniza de carbón y del polvo de concreto reciclado sobre las características de resistencia a la compresión de ladrillos hechos a mano; (ii) La influencia en la absorción de agua y la durabilidad de los ladrillos mediante la adición de estos materiales; (iii) la estabilidad dimensional de ladrillos hechos a mano con la contribución de la ceniza de carbón y del polvo de concreto reciclado; y (iv) Identificar, mediante comparación de propiedades, las mejoras de desempeño relevantes o posibles deficiencias tras una evaluación comparativa entre ladrillo de barro versus ladrillo de barro que contenga únicamente ceniza de carbón o únicamente polvo de concreto reciclado. Estos objetivos permitirán obtener una mayor comprensión sobre cómo el uso de materiales reciclados está afectando la calidad del ladrillo hecho a mano y su posible impacto en la promoción de la sostenibilidad en la construcción local.

La metodología de la tesis será experimental, de acuerdo con métodos científicos en cuanto a imparcialidad y corrección. El diseño experimental permitirá controlar las proporciones de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado involucradas en la fabricación de ladrillos para observar sus efectos sobre las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos. La investigación adoptará una metodología cuantitativa, recolectando métricas numéricas precisas sobre las características de los ladrillos, como la resistencia a compresión, la absorción de agua y la estabilidad dimensional. Los datos recolectados mediante ensayos de laboratorio se ajustarán a normas internacionales reconocidas para la evaluación de materiales de construcción. Los ensayos consistirán en la determinación de la resistencia a compresión uniaxial, la absorción de agua por inmersión en agua a temperatura constante y la estabilidad dimensional mediante la exposición de las muestras a condiciones ambientales controladas.

La investigación es de naturaleza exploratoria, ya que identificará y relacionará la causa de los cambios en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos con la adición de aditivos. Los resultados, a su vez, permitirán comprender cómo y por qué la incorporación de estos materiales reciclados afecta las propiedades del producto final. Se basará en un tipo de investigación aplicada, que muestre cómo proporcionar soluciones a través de la generación de conocimiento que contribuya a mejorar la calidad de los ladrillos artesanales en la provincia de San Román. Por lo tanto, incide directamente en las mejoras a largo plazo en sostenibilidad y eficiencia de la producción local. Se aplicará un diseño experimental completamente aleatorizado con el fin de controlar cualquier variabilidad que potencialmente surja del proceso de fabricación y asegurar la representatividad de los hallazgos.

Los resultados se procesarán estadísticamente, por ejemplo, mediante la media, la desviación estándar y pruebas de hipótesis, para determinar si existen diferencias significativas entre ladrillos con diferentes mezclas de cenizas de carbón (CA), polvo de concreto reciclado (RCP) y ladrillos convencionales. Con este análisis será posible evaluar

si la incorporación de estos materiales proporciona una mejora en las características de los ladrillos y si su uso es técnicamente y económicamente viable para la industria local. De esta manera, el estudio no solo ayudará a mejorar la calidad de los ladrillos hechos a mano, sino que también servirá para obtener información relevante sobre la implementación de algunos procesos de producción con menor impacto ambiental en la fabricación de materiales de construcción a nivel provincial en San Román.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel internacional, el sector de la construcción es uno de los mayores contribuyentes a los efectos ambientales adversos, especialmente en lo que respecta a nuestra dependencia de recursos naturales no renovables y a las emisiones de gases de efecto invernadero. El cemento es uno de los componentes clave en la construcción y las investigaciones muestran que representa una gran proporción de las emisiones globales de CO2, por lo que ha habido mucho interés en opciones sostenibles alternativas. A pesar del importante progreso en el estudio de materiales sostenibles, todavía es abundante la dependencia de materiales convencionales como el concreto y el ladrillo, lo que limita las alternativas para disminuir el impacto ambiental de ese sector. El desafío consiste en buscar respuestas que logren la sostenibilidad ambiental, al mismo tiempo que sean rentables en términos de implementación y del contexto local. En este sentido, la incorporación de residuos industriales como la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado emerge como una solución potencial, pero la aplicación de estas tecnologías requiere un enfoque integral que combine la eficiencia técnica con la sostenibilidad económica y social, algo que aún se encuentra en fases experimentales en muchos países Vargas et al. (2017).

En el contexto nacional, específicamente en el Perú, la construcción es uno de los motores fundamentales de la economía, pero también enfrenta grandes retos relacionados con la sostenibilidad. La utilización de materiales convencionales en la producción de ladrillos y otros elementos de construcción, como el cemento y el concreto, genera un alto consumo de recursos naturales y contribuye significativamente a la degradación del medio ambiente. A pesar de los esfuerzos del gobierno para promover prácticas más sostenibles en diversos sectores, la adopción de tecnologías limpias en la construcción sigue siendo limitada, especialmente en la producción artesanal de materiales de construcción. La provincia de San Román, enfrenta una situación similar, donde la producción de ladrillos artesanales se realiza mayormente con materiales convencionales, sin considerar la incorporación de elementos reciclados que podrían mejorar sus propiedades técnicas y reducir su impacto ambiental. Además, la falta de normativas claras y la escasa educación ambiental en las comunidades productoras dificulta la implementación de prácticas más sostenibles en la industria local. De esta manera, el país necesita explorar soluciones innovadoras que puedan no solo mejorar las propiedades de los ladrillos, sino también contribuir a una economía circular que aproveche los residuos industriales, como la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado, para crear productos de construcción más eficientes y menos contaminantes Quispe Y Rojas, (2023).

A nivel local, en la provincia de San Román, la producción artesanal de ladrillos constituye una actividad económica vital para las comunidades, pero enfrenta diversas dificultades. Como los ladrillos terribles se fabrican con metodologías antiguas, no se pueden garantizar sus características físico-mecánicas, lo que influye negativamente y reduce la calidad de las estructuras cercanas. Además, debido a la falta de disponibilidad de tecnología avanzada y materiales alternativos, los ladrillos producidos con menor costo tienen baja competitividad según sus propiedades de resistencia, aislamiento térmico y durabilidad, adecuadas únicamente para proyectos de pequeña escala. Para empeorar aún más esta situación, está el creciente conocimiento del efecto que los procesos de producción a menudo basados en la aplicación intensiva de arcilla y otros recursos

naturales no renovables están teniendo sobre nuestro medio ambiente. Si bien la provincia cuenta con algunos recursos, como residuos de concreto y cenizas industriales generadas por actividades cercanas, estos materiales no se aprovechan adecuadamente en la producción de ladrillos. La incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado podría representar una solución viable para mejorar la calidad de los ladrillos artesanales y, al mismo tiempo, reducir la dependencia de los recursos naturales. Sin embargo, la falta de conocimiento técnico y de infraestructura adecuada para la implementación de estas soluciones dificulta su adopción a gran escala. Además, la resistencia al cambio y la falta de incentivos gubernamentales o privados para fomentar la adopción de prácticas más sostenibles agravan la situación. De esta manera, la problemática local se caracteriza por una producción ineficiente y una falta de sostenibilidad, lo que limita el desarrollo de la industria de ladrillos Cribillero y Quiñones, (2021).

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cuál es influencia de la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de San Román 2025?

1.2.2 Problemas específicos.

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en la provincia de San Román?
2. ¿Cuáles son las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables en la provincia de San Román?
3. ¿De qué manera la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables influye sobre la resistencia a la compresión de ladrillos en la provincia de San Román?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román en el año 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román.
2. Evaluar las propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables en la provincia de San Román.
3. Explicar de qué manera la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables influye sobre la resistencia a la compresión de ladrillos en la provincia de San Román.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación técnica.

La incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en la fabricación de ladrillos artesanales ofrece una oportunidad para mejorar sus propiedades físico-mecánicas, como la resistencia a la compresión, la absorción de agua y la durabilidad. Estas propiedades son fundamentales para garantizar que los ladrillos puedan soportar las cargas estructurales de las edificaciones y mantener su integridad a lo largo del tiempo. Cenizas de carbón con un alto contenido de sílice y alúmina, así como polvo de concreto reciclado con propiedades similares al cemento, pueden servir como reemplazos parciales de los materiales tradicionales en la fabricación de ladrillos. Esto permitiría obtener ladrillos con mejor desempeño y, por lo tanto, aumentar la seguridad de las construcciones locales a un costo razonable de producción.

1.4.2 Justificación económica

Económicamente, la adición de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado podría conducir a reducciones de costos mediante la fabricación de ladrillos hechos a mano. El uso de materiales reciclados que, de otro modo, se desecharían como residuos industriales disminuye la disponibilidad de materias primas altamente costosas como la arcilla o el cemento. Esto no solo reduciría los costos de producción, sino que también podría hacer que los ladrillos locales sean más atractivos para el mercado, con mayor calidad y resistencia, que podrían usarse para construcciones a mayor escala [7]. Además, las empresas locales también podrían beneficiarse de incentivos o subsidios gubernamentales que fomenten las prácticas de economía circular.

1.4.3 Justificación social

En estos ladrillos hechos a mano con polvo de concreto reciclado y cenizas de carbón, se mejorarían las condiciones laborales de las comunidades que los producen (empleos más estables) y los productos locales serían más competitivos. Además, fomentar el uso de tecnologías más avanzadas y sostenibles en la propia producción de ladrillos ayudará a capacitar a la mano de obra local, al tiempo que proporcionará un mejor desarrollo de habilidades con la posibilidad adicional de observar métodos de fabricación innovadores. Este cambio podría mejorar los medios de vida de las familias que trabajan en la producción de ladrillos, promover el crecimiento de una industria más moderna y respetuosa con el medio ambiente, y potencialmente ser beneficioso para la cohesión social y el bienestar de la comunidad.

1.4.4 Justificación ambiental

El uso de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado en la fabricación de ladrillos artesanales es una opción respetuosa con el medio ambiente que reduce la generación de residuos industriales y, al mismo tiempo, preserva los recursos naturales. Al emplear estos materiales reciclados, la huella ambiental de la producción de ladrillos

puede disminuirse al reducir la necesidad de arcilla (u otros recursos no renovables), y al evitar que una parte de los residuos industriales termine en vertederos o se incinere, lo cual a su vez genera contaminación. Además, mejores características de los ladrillos pueden ayudar a mantener los edificios en un nivel superior, mientras requieren frecuencias de reparación o reemplazo más bajas, lo que puede contribuir a que la construcción se mantenga a largo plazo en el sector.

1.5 Hipótesis de la investigación.

1.5.1 Hipótesis general.

La incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en la fabricación de ladrillos artesanales mejora significativamente sus propiedades físico-mecánicas, lo que resulta en un producto más resistente, durable y sostenible, en comparación con los ladrillos tradicionales fabricados en la provincia de San Román.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. La incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román, comparado con los ladrillos tradicionales.
2. La inclusión de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables mejora significativamente las propiedades físicas de los ladrillos artesanales, ya que reduce la estabilidad dimensional, reduce el alabeo, reduce la absorción de humedad y reduce la succión de agua.
3. La manera en que la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables influye sobre la resistencia a la compresión de ladrillos en la provincia de San Román, es positiva ya que incrementa el esfuerzo.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable independiente

V.I. 01: Ceniza de carbón

V.I. 02: Polvo de concreto reciclado

Dimensiones:

- Proporción de adición de ceniza de carbón en 5% y 10%.
- Proporción de adición de polvo concreto reciclado en 5% y 10%.

1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del ladrillo artesanal

Dimensiones:

- V. Dimensional
- Alabeo
- Absorción
- Succión
- Resistencia a la compresión

1.7 Operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables

V. Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. medición	Tipo
Ceniza de carbón	La ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado son materiales reciclados que se incorporan a la mezcla de los ladrillos artesanales, con el fin de modificar sus propiedades físico-mecánicas.	Proporción de ceniza de carbón (%)	Adición de 5% y 10% en relación al peso seco de la mezcla	5% - 10% (ceniza)	Balanza de precisión	Num.: continua
Polvo de concreto reciclado		Proporción de polvo de concreto reciclado (%)	Adición de 5% y 10% en relación al peso seco de la mezcla	5% - 10% (polvo)	Balanza de precisión	Num.: continua
V. Dependiente	**Definición**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Valor final**	**Inst. medición**	**Tipo**
Propiedades del ladrillo artesanal	El ladrillo artesanal es un material de construcción elaborado a partir de arcilla que se moldea y se cuece. Las propiedades de estos ladrillos varían dependiendo de la incorporación de ceniza y polvo.	V. Dimensional	%	< 150 mm	Balanza	Num.: continua
		Alabeo	mm	< 10 mm		Num.: continua
		Absorción	%	< 20%	Regla, pie de rey	
		Succión	200mm2/min	10 - 20 gr/200cm2-min		Num.: continua
		Resistencia a la compresión	kg/cm2	40 - 50 kg/cm2	Prensa hidráulica	Num.: continua

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

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Para, Neil et al. (2023) en su trabajo titulado "Interacción de cenizas de carbón antracita y cenizas de concha de Archis hypogaea sobre un ladrillo innovador: un estudio experimental y de simulación", El estudio promueve un método novedoso y sostenible para integrar los desechos agrícolas en la fabricación de ladrillos a base de cenizas de carbón antracita. Arachis Hypogaea Shell Ash sustituye la arena en la fabricación de ladrillos a base de cenizas antracita. Además, los bosques aleatorios se utilizan para la predicción de la fuerza. Se están realizando inspecciones de resistencias a las compresiones, absorciones de humedades, eflorescencia y dureza para evaluar el rendimiento. La incorporación de cenizas de concha a una tasa de sustitución del 60% dio como resultado una mejora gradual de la resistencia de los ladrillos a base de cenizas antracita, junto con una microestructura más compacta. La relación M-Sand a Arachis Hypogaea Shell Ash debe conservarse a las 40:60 para obtener los mejores resultados. La integración de cenizas de concha en ladrillos de cenizas de carbón antracita puede reducir las tasas de absorción en aproximadamente un 37%. El análisis de correlograma y importancia variable demuestra que el régimen de curado tiene un mayor impacto que el contenido de cenizas

de la carcasa. Los bosques aleatorios pronosticaban con precisión la fuerza con pequeños errores. Se ha introducido una nueva ecuación matemática para pronosticar las resistencias a las compresiones de ladrillos innovadores. El descubrimiento podría mejorar significativamente la utilización sostenible de la ceniza de concha de Hypogaea de Arachis en la fabricación de ladrillos, por lo tanto, disminuyendo la dependencia de la arena producida.

Seguidamente, Vasić et al. (2023) en este trabajo se investiga "Influencia de las cenizas de carbón en la calidad de los ladrillos de arcilla cocida: regresión de bosque aleatorio y modelado de redes neuronales artificiales" Es esencial abordar la acumulación significativa de cenizas de carbón. A pesar de los estudios integrales sobre las integraciones de cenizas de carbones en ladrillos de arcilla disparados, existe una falta de conocimiento sobre su aplicación industrial, y los investigadores se dividen en el efecto de esta adición sobre la calidad de los productos finales. Una base de datos ha agregado 20 años de investigación que cubren factores esenciales relacionados con la calidad del ladrillo, como la composición química, la temperatura de disparo, la duración de la remada, la porosidad abierta, la absorción de agua y la resistencia a la compresión. Posteriormente, la regresión forestal aleatoria y las redes neuronales artificiales (ANN) se utilizaron para predecir independientemente los factores asociados con la calidad de los bienes finales. Los hallazgos principales revelaron que las resistencias a la compresión se optimizaron mediante el uso de cenizas volantes, y las cenizas de clase F son especialmente adecuadas como un reemplazo para la arcilla de ladrillo en la industria de ladrillos. Además, los modelos ANN demostraron coeficientes de determinación mejorados y una coincidencia más favorable para los datos experimentales. Alterando la composición química de los materiales iniciales y sus proporciones, así como el tamaño de partícula de las cenizas, la temperatura de disparo, la duración de la remada y las dimensiones del producto, permite a los modelos creados evaluar la calidad de los ladrillos que contienen cenizas de carbón. La variada composición química de la ceniza suele ser el principal

obstáculo para su utilización. El análisis de sensibilidad local reveló que el contenido de óxido de álcali en la arcilla original afecta significativamente los ladrillos de arcilla quemada debido a sus características de flujo. Los factores esenciales para los ladrillos de arcilla de cenizas incluían el tipo de horno, la categorización de cenizas, el contenido de NA2O en la arcilla cruda y el K2O contribuido con la ceniza. Las cenizas de clase F, que incluyen aproximadamente 2–3% K2O y menos del 5% de CAO, produjeron la fuerza de compresión más alta en ladrillos disparados a temperaturas que van desde 1000 a 1100 ° C. Se realizaron evaluaciones posteriores en ladrillos que consisten en 50% de cenizas de estanque y 50% de arcilla para determinar el modelo óptimo y cerrar la brecha de conocimiento. Los resultados de este estudio son cruciales para guiar la elección de los materiales y los parámetros del proceso que mejorarán la calidad de los ladrillos de arcilla cenizas.

Finalmente, Benítez et al. (2023) en su estudio titulado "Evaluación de un residuo de la combustión de carbón como reemplazo parcial de arena en la producción de ladrillos cerámicos" en su estudio demostró que durante la quema de carbón se generan grandes volúmenes de residuos, como las cenizas, que han sido objeto de estudio como sustituto del cemento y de la arena en la fabricación de concreto. Además, estas cenizas pueden ser empleadas en la producción de materiales de arcilla. En este análisis, se realizó una caracterización físico-química y mineralógica de las cenizas, evaluando su toxicidad mediante el test de lixiviación y el ensayo de ecotoxicidad utilizando *Daphnia pulex*. A continuación, se fabricaron ladrillos en condiciones de laboratorio incorporando cenizas en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% respecto al total de arena. Se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas, y se sometieron a pruebas ambientales. Los resultados indicaron una disminución en la resistencia a la compresión conforme aumentaba la cantidad de cenizas; sin embargo, los ladrillos con un 4% de cenizas alcanzaron una resistencia de 14,16 MPa, cumpliendo con los requisitos mínimos de resistencia para mampostería no estructural según las normas colombianas. Además, el análisis de lixiviación mostró que los metales

lixiviables estaban por debajo de los límites establecidos por las normativas ambientales. En conclusión, los resultados sugieren que el uso de cenizas de fondo de carbón, en concentraciones de hasta el 4%, es viable como reemplazo parcial de arena en la fabricación de ladrillos, lo que contribuiría a reducir los problemas ambientales relacionados con su disposición.

2.1.2 Antecedente nacional.

Para, Gutierrez y Miranda (2025) su investigación titulada "Ladrillos ecológicos elaborados con concreto de demolición y polvo de vidrio reciclado" El propósito de este estudio es desarrollar ladrillos ecológicos utilizando concreto reciclado de demolición y polvo de vidrio como sustitutos de los ladrillos de 18 huecos tipo King Kong IV. Para ello, se llevaron a cabo pruebas para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de estos nuevos ladrillos, comparándolas con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana E.070. Los resultados indican que el ladrillo ecológico, fabricado con una mezcla que incluye un 5% de polvo de vidrio, cumple con las especificaciones normativas tanto en cuanto a variación dimensional como alabeo y absorción. Esto coincide con estudios anteriores, corroborando la viabilidad del material en la construcción. En términos de propiedades mecánicas, se obtuvo una resistencia unitaria un 8.4% superior y una resistencia en compresión axial de prismas de albañilería un 13.1% mayor, aunque la resistencia al corte mostró una disminución del 11.85% en comparación con los valores requeridos. Desde el punto de vista económico, el costo de venta de estos ladrillos es de S/ 0.876 por unidad, lo que es casi idéntico al precio de los ladrillos tradicionales de arcilla, que cuestan S/ 0.88. En conclusión, los resultados sugieren que el ladrillo ecológico, por sus características físicas, mecánicas y costo competitivo, representa una alternativa viable frente al ladrillo convencional tipo King Kong IV, siendo adecuado para su uso en construcción gracias a sus numerosas ventajas y limitadas desventajas.

Para, Quispe y Rojas (2023) en su investigación titulada "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal, Chimbote – 2022" La ceniza de carbón vegetal es un residuo que puede resultar muy perjudicial para el medio ambiente. Por este motivo, el estudio presentado tiene un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi-experimental y es de tipo aplicado. El objetivo principal es evaluar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos tipo V al reemplazar la arcilla en un 5%, 10% y 15% por ceniza de carbón vegetal. Para ello, se realizaron pruebas previas como el análisis de composición química, la granulometría y el índice de plasticidad de las cenizas y de la arcilla. Posteriormente, se fabricaron 100 ladrillos que fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción. Al finalizar, se concluyó que las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos tipo V mejoran cuando se sustituye la arcilla por ceniza de carbón vegetal en pequeñas cantidades, como el 5%. Sin embargo, cuando el porcentaje de sustitución aumenta, las propiedades clave, como la resistencia a la compresión, disminuyen considerablemente. De acuerdo con la norma E070, con base en los resultados obtenidos, los ladrillos experimentales cumplen con los requisitos para ser considerados unidades de albañilería. Esto demuestra la viabilidad de usar ceniza de carbón vegetal como un componente en la fabricación de ladrillos para construcción.

Para, Cribillero y Quiñones (2021) en su investigación titulada "Resistencia a comprensión de ladrillo adicionando al cemento 3% ceniza de Carbón y 9% de ceniza de concha de abanico" En esta investigación, se evaluó y comparó la resistencia a la compresión de ladrillos tipo IV, con una variante que incluye la adición de cenizas de carbón de piedra y concha de abanico en proporciones de 3% y 9%, con el objetivo de mejorar su resistencia. Las conchas de abanico fueron obtenidas de los residuos de la empresa CULTIMARINE.SAC, mientras que el carbón de piedra fue adquirido en la Carbonera La Galgada. Ambos materiales fueron triturados manualmente utilizando un batan y luego tamizados a través de una malla #200. Posteriormente, se realizaron varios

ensayos, incluyendo el Análisis Térmico Diferencial (ATD) para determinar la temperatura de calcinación, el Ensayo de Fluorescencia de Rayos X para conocer la composición química, y el análisis del pH para medir el grado de alcalinidad de los materiales. Los agregados fueron seleccionados de la Cantera La Sorpresa, ubicada en Chimbote, y se realizaron los ensayos pertinentes. Se diseñaron ladrillos patrón y se llevó a cabo la rotura de los ladrillos a las diferentes edades de secado. Además, se hicieron prácticas como resistencias a las compresiones, pesos unitarios compactados, asentamiento, contenido de humedades, absorciones y granulometrías. Los hallazgos alcanzados fueron procesados y analizados mediante la aplicación de metodologías estadísticas para obtener una conclusión precisa acerca de los impactos que causan los componentes de estudio sobre los atributos de los ladrillos.

2.1.3 Antecedente de ámbito local.

Para Cruz y Perlacios (2021), su investigación titulada "Análisis del comportamiento físico y mecánico de ladrillos artesanales adicionando cenizas de eucalipto en la ciudad de Juliaca-2022", En este proyecto de investigación, se busca mejorar las propiedades del ladrillo artesanal mediante la incorporación de ceniza de eucalipto como agregado en su proceso de fabricación en la ciudad de Juliaca, en el año 2022. El ladrillo artesanal, utilizado comúnmente en diversas construcciones locales, es un elemento fundamental en la edificación de viviendas y estructuras, pero a menudo presenta limitaciones en cuanto a durabilidad y resistencia a factores ambientales adversos. Esta investigación se centra en incrementar las propiedades estructurales del ladrillo artesanal para generar un material con mayor resistencia mecánica, durabilidad y capacidad de resistencia a condiciones climáticas extremas como lluvias frecuentes que ocurren en la región de Puno. Como parte de las actividades de investigación, también se añadirá ceniza de eucalipto al proceso de fabricación del ladrillo, ya que posee características que podrían optimizar la resistencia y durabilidad de los productos finales. La ceniza de eucalipto, además de ser un material

reciclado, también presenta rasgos que pueden potencialmente mejorar la capacidad de absorción del ladrillo y la resistencia a la compresión. Esta investigación se desarrollará con base en métodos artesanales, con una metodología que comprende la producción manual de los ladrillos para preservar los métodos tradicionales de producción e introducir, al mismo tiempo, innovación mediante el uso de ceniza de eucalipto. Este aditivo se probará en campo y en laboratorio para evaluar su efectividad. Las pruebas en campo serán una oportunidad para observar cómo se comporta el ladrillo bajo condiciones de uso reales, mientras que las pruebas de laboratorio servirán para medir propiedades estructurales: proporcionando resistencia a la compresión, absorción de agua, estabilidad dimensional (alabeo) y densidad. Dichas pruebas permitirán determinar si la adición de ceniza de eucalipto mejora las propiedades del ladrillo, convirtiéndolo en un mejor material para condiciones extremas de clima cálido de la región de Puno y, en última instancia, mejorando su desempeño en numerosas construcciones locales.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ceniza de carbón

El hollín de carbón (ceniza volante de carbón) es un residuo sólido generado principalmente por la combustión del carbón en plantas de generación de energía térmica y posee propiedades atractivas para aplicaciones en materiales de construcción debido a su composición química, que está compuesta por sílice, alúmina, óxido de hierro y cal. Su morfología lisa y ligeramente esférica permite un uso fácil en mezclas cementicias y cerámicas, donde actúa como aditivo puzolánico que mejora las propiedades mecánicas y disminuye la porosidad del material. En los ladrillos, la ceniza volante de carbón también actúa como sustituto parcial de la arcilla en la fabricación, con el proceso de cocción optimizado (es decir, menor consumo de energía) gracias a su contenido residual de carbono, que contribuye al calor generado durante el horneado. (Alcalde, 2023)

La adición de cenizas de carbón a productos de construcción permite una mayor resistencia a la compresión, minimiza la absorción de agua y mejora la estabilidad

dimensional de ladrillos u otros elementos cerámicos desde un punto de vista técnico. Además, su reactividad con la cal libre disponible en la mezcla genera fases cementicias secundarias que incrementan la resistencia de la matriz interna del material. En un área de aplicación exigente o en condiciones con humedad, ocurre por estas razones, ya que otros productos se deterioran más rápidamente. De manera similar, las cenizas de carbón contribuyen al color y la textura del producto final, proporcionando acabados más uniformes y visualmente agradables a los materiales. (Acuña, 2014)

El uso de cenizas de carbón también tiene enormes beneficios medioambientales y económicos. Reutilizarlas mantiene los residuos fuera de los vertederos industriales, reduce la demanda de nuevas materias primas y, en última instancia, ayuda a disminuir la huella de carbono del sector de la construcción. No obstante, su aplicación requiere un manejo cuidadoso, ya que su composición puede variar según la clase de carbón utilizado y los procesos de combustiones, lo que afecta su comportamiento en la mezcla. Por ello, es fundamental realizar caracterizaciones físico-químicas y ensayos de desempeño antes de su incorporación masiva, garantizando así la compatibilidad con el sistema constructivo y la calidad del producto elaborado (Acuña, 2014).

2.2.1.1 Formación química y propiedades de la ceniza de carbón

La ceniza de carbón está compuesta principalmente por óxidos metálicos y minerales no combustibles que permanecen después de la quema del carbón en procesos industriales, especialmente en plantas termoeléctricas. Su composición química varía dependiendo del tipo de carbón y del método de combustión, pero en términos generales, contiene elevadas proporciones de óxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido de hierro (Fe_2O_3), acompañados por proporciones mínimas de óxido de calcio (CaO), magnesio (MgO), potasios (K_2O) y azufre (SO_3). Esta riqueza en compuestos minerales le otorga características similares a las de materiales puzolánicos, es decir, puede reaccionar con la cal en presencia de humedad, formando compuestos cementantes que refuerzan las matrices donde se incorpora (Alcalde, 2023).

Entre sus propiedades físicas más destacadas se encuentra su granulometría fina, que oscila normalmente entre 1 y 100 micras, con partículas de forma esférica y superficie lisa. Estas características favorecen su mezcla con otros materiales y mejoran la trabajabilidad de las masas cerámicas o cementicias. La densidad aparente de la ceniza de carbón es relativamente mínima, contribuyendo a la reducción de pesos de compuestos de construcción. Además, presenta una porosidad que depende del contenido de carbono no quemado, el cual también influye en el comportamiento térmico durante procesos de cocción. Estas propiedades permiten que la ceniza se integre adecuadamente en mezclas de arcilla para ladrillos, mejorando la sinterización y reduciendo la energía necesaria para alcanzar temperaturas de cocción óptimas (Acuña, 2014).

A nivel mecánico, las cenizas de carbón en las mezclas pueden reducir la resistencia a la compresión y la absorción de agua de las cerámicas, lo cual es beneficioso para los productos cerámicos si se añade en una proporción controlada. A través de su actividad puzolánica, genera geles C-S-H-CaSiO3 que mejoran la cohesión de la estructura interna de la mezcla y sellan algunos de los poros capilares. Sin embargo, aunque esto es más lento que la reacción del cemento de hidratación, tiene ventajas a largo plazo en términos de estructuras de fraguado y estabilidad. No obstante, las cenizas disponibles deben analizarse cuidadosamente de antemano, ya que su composición también puede contener residuos de metales pesados o compuestos peligrosos que pueden influir en la seguridad o el desempeño ambiental del material final. (Alcalde, 2023)

2.2.1.2 Impacto de la ceniza de carbón

El papel de la ceniza de carbón en la fabricación de ladrillos tiene grandes efectos sobre sus propiedades originales, propiedades mecánicas y características térmicas, lo que ayuda a un mejor desempeño del producto final en ciertas condiciones. Uno de los efectos que más destaca en este contexto es la reducción de la densidad del ladrillo, debido a que la ceniza tiene una estructura ligera y porosa. Puede producir elementos más ligeros, lo que facilita el transporte y la manipulación en el sitio. Además, provoca un aumento

autoinducido de la temperatura durante la cocción debido a la cantidad residual de la fuente de carbono en la ceniza, conservando así la energía del proceso y, al mismo tiempo, logrando una mayor homogeneidad en la compactación del material cerámico. Ser consciente de este comportamiento térmico también puede permitir alcanzar temperaturas de cocción mejores y más estables, además de mejorar la calidad de la superficie del ladrillo. (Acuña, 2014)

Con respecto a las propiedades mecánicas, varios trabajos indicaron que cierta cantidad de ceniza de carbón es suficiente para ladrillos con una resistencia a la compresión sustancial, en la primera carga axial de soporte. Esto se atribuye a las reacciones puzolánicas de la ceniza con composiciones mineralógicas de arcilla que dieron lugar a una microestructura más compacta y resistente. Además, una mayor absorción de agua es otro factor que contribuye a la reducción de la durabilidad del ladrillo en condiciones climáticas húmedas y entornos ambientales adversos como resultado de la disminución de la porosidad y el sellado parcial de los poros capilares. Estas mejoras solo se logran si la proporción de ceniza se calibra correctamente, porque una cantidad excesiva descompondría la matriz cerámica, haciendo que las piezas sean frágiles y arrugadas. (Acuña, 2014)

Los méritos prácticos y ambientales del uso de las cenizas de carbón también están asociados con la recuperación de residuos industriales, la reducción del empleo de suelos arcillosos y la disminución de las emisiones de dióxido de carbono en la producción. No obstante, para obtener un buen desempeño, es necesario realizar una caracterización previa de la ceniza evaluando indicadores como el carbono no quemado, la finura, la reactividad química o las impurezas potenciales. Además, la incorporación de este residuo debe ir seguida de la adaptación del proceso de mezclado, moldeo y cocción, con el fin de mantener la calidad y la homogeneidad de los ladrillos. La combinación de todos estos aspectos ayuda a describir que el uso de cenizas de carbón de una manera en la que intervienen tanto la tecnología como el control constituye una entrada eficiente para

mejorar ladrillos de arcilla elaborados de forma artesanal con apoyo de la sostenibilidad. (Alcalde, 2023)

2.2.1.3 Estudios previos sobre la ceniza de carbón en la fabricación de ladrillos

Las investigaciones sobre la producción de ladrillos utilizando cenizas de carbón como componente muestran la mejora de las propiedades físico-mecánicas junto con una fabricación más ecológica. Pocos estudios han evaluado las diferentes proporciones de mezcla de cenizas y su efecto sobre características como la resistencia a compresión, la absorción de humedad y la durabilidad.

En Colombia, se realizó una investigación sobre la adición de ceniza de carbón de fondo para fabricar ladrillos cerámicos. Se demostró que la adición de 4% de ceniza mejora tanto la absorción de agua como la resistencia a compresión de los ladrillos, cumpliendo así con la norma colombiana. Pero a proporciones más altas de ceniza se produjo una reducción de la resistencia mecánica y la densidad aparente. (Benítez et al., 2023)

En Perú, una investigación desarrollada en el distrito de Quiruvilca estudió el efecto de la ceniza de carbón sobre algunas características físico-mecánicas de ladrillos aligerados. Se encontró que añadir un 5% de ceniza como opción de material prima era lo óptimo, logrando mejoras significativas tanto en la resistencia a compresión como en la estabilidad dimensional de las unidades. (Rebaza y Quispe, 2023)

Torres-Agredo et al. realizaron otro estudio preliminar en el que se describen las cenizas de carbón de la solera y se evaluó su idoneidad como material alternativo en la fabricación de productos de arcilla. Se encontró que la ceniza contiene dióxido de silicio, óxido de hierro y óxido de aluminio en forma amorfa y que cumple con las normas medioambientales, por lo que parece muy adecuada para la fabricación de ladrillos. (Torres, 2021)

Este hallazgo refuerza lo crítico que es controlar las proporciones de ceniza incorporada a la mezcla, ya que un exceso puede afectar negativamente las propiedades del ladrillo. Además, la tonalidad de la ceniza utilizada debe caracterizarse correctamente

en cuanto a su composición química y propiedades físicas, como un producto de calidad obtenido manteniendo al mismo tiempo la sostenibilidad ambiental. (Alcalde, 2023)

2.2.2 Polvo de concreto

La implementación de polvo de concreto reciclado—producido a partir de la pulverización mecánica de residuos de construcción—como aditivo para ladrillos complementa la sostenibilidad en aquellos casos en los que se busca reducir la contaminación y reciclar materiales de construcción. Estas sustancias se fabrican típicamente con hidratados de cemento, pequeños agregados y una cantidad residual de subproductos provenientes del proceso de fabricación cementicia, que aportan cohesividad mecánica y estabilidad química. Es un compuesto inerte y, cuando se incluye en mezclas cerámicas, puede ayudar al rellenar pequeños orificios microscópicos para reducir la porosidad, lo que especialmente beneficia la estructura interna de los ladrillos. En estas condiciones se produce un apreciable aumento de la densificación del producto, lo que a su vez proporciona mayor resistencia y reduce su absorción de agua (Acuña, 2014)

El uso de polvo de concreto reciclado en ladrillos, en proporciones intermedias, desde un punto de vista técnico, tiene la capacidad de mejorar la resistencia a compresión. La angularidad de las partículas parcialmente reactivas mejora la capacidad de incorporación en la matriz de arcilla, formando una estructura más homogénea y estable. Sin embargo, en un uso excesivo, la plasticidad de las mezclas al moldear se ve afectada, lo que complica los procesos de fabricación artesanal. Esto también puede orientar el comportamiento térmico durante la cocción en función de los tipos de cemento residual y del contenido mineral. Por ello, su incorporación requiere una optimización meticulosa de la formulación y un control riguroso del proceso de producción. (Acuña, 2014)

Además de sus aportes técnicos, el uso de polvo de concreto reciclado representa una alternativa ambientalmente responsable para la gestión de residuos de construcción y demolición. Su valorización en productos como ladrillos reduce la necesidad de vertederos

y minimiza la extracción de materiales vírgenes. Esta estrategia esta alineada hacia el principio de las economías circulares y promueve una construcción más sostenible. No obstante, para asegurar su viabilidad, es fundamental realizar ensayos que determinen la granulometría, contenido de impurezas y propiedades físico-mecánicas del polvo reciclado, así como su compatibilidad con la arcilla utilizada. Solo mediante esta caracterización rigurosa es posible garantizar la calidad del ladrillo final y su desempeño en aplicaciones constructivas reales.

2.2.2.1 Propiedades de polvos de concretos reciclados

Los polvos de concretos reciclados, producto del triturado y molienda de escombros de concreto, presenta una composición variada que depende del tipo de estructura de origen, los agregados utilizados y el nivel de hidratación del cemento original. Generalmente, está formado por una mezcla de partículas finas de áridos naturales y residuos de pasta de cemento endurecido, ricos en compuestos como óxido de calcio (CaO), dióxido de silicio (SiO_2), y, en menor medida, óxidos de aluminio, hierro y magnesio. Esta combinación de elementos le confiere una cierta reactividad química residual, aunque menor que la del cemento fresco, y una estructura física irregular con bordes angulosos, que puede mejorar el anclaje interno en mezclas con arcilla u otros aglutinantes cerámicos (Ullauri et al., 2022).

El polvo de concreto reciclado tiene algunas de las propiedades físicas más relevantes, como que la densidad aparente es relativamente alta, la plasticidad es baja y que contiene una gran cantidad de partículas menores de 75 micrones (lo cual impulsa su capacidad de comportarse como material de relleno en matrices cerámicas). Solo una proporción bien ordenada de sus agregados gruesos afecta el comportamiento de la mezcla fresca en cuanto a su textura rugosa y a su capacidad de absorción de agua. Además, presenta una baja capacidad de cementación, pero puede ayudar a compactar ladrillos y reducir la porosidad general del producto. Esas características son

particularmente beneficiosas en situaciones en las que el objetivo es aumentar la densidad y fortalecer sin añadir posibles aditivos químicos costosos. (Ullauri et al., 2022)

Desde una perspectiva mecánica, cuando se utiliza dentro de rangos de dosificación adecuados, el polvo de concreto reciclado puede mejorar la rigidez de la mezcla y aumentar la resistencia a compresión. Además, su inclusión a menudo disminuye el fraguado del agua de la pieza de ladrillo y la contracción durante el secado, acompañándose de una mayor estabilidad dimensional. Sin embargo, resulta muy tentador utilizar una cantidad excesiva, lo cual puede afectar la trabajabilidad de la arcilla, ya que puede llevar a fallos durante la cocción. Esta es la razón por la que se requiere una evaluación técnica exhaustiva y una formulación bien equilibrada, ya que esto varía considerablemente de un polvo a otro y de una arcilla base a otra; si dichos polvos han de utilizarse de manera adecuada, deben producir un producto de alta calidad de forma predecible cuando se empleen en sus aplicaciones.

2.2.2.2 Efecto del polvo de concreto reciclado

El polvo procedente de concreto reciclado ayuda con las características de los ladrillos terminados en distintos aspectos cuando se utiliza como aditivo en la producción de ladrillos una cantidad técnicamente aceptable. El mayor beneficio es optimizar las resistencias a la compresión, porque actúa como un relleno de partículas que compactan la estructura interna del ladrillo. De este modo, la masa es más compacta y resistente, ya que este material, compuesto por residuos de cemento endurecido y agregados finos, favorece una mejor distribución de las cargas internas y la reducción de los poros capilares. Este efecto se ve potenciado cuando el polvo contiene fracciones de cemento parcialmente hidratado, que pueden desarrollar una ligera actividad cementante en combinación con la humedad del proceso de moldeo (Ullauri et al., 2022).

Otro aspecto en el que el polvo de concreto reciclado contribuye positivamente es en la disminución de las absorciones de humedad de unidades de arcilla. Lo que reduce la porosidad abierta de las matrices cerámicas, el polvo actúa como una barrera física que

limita el ingreso de agua, aumentando así la durabilidad del ladrillo en condiciones de humedad constante o en ambientes donde hay riesgo de deterioro por congelamiento y deshielo. Además, este efecto se traduce en una mayor estabilidad dimensional, ya que el menor ingreso de humedad reduce la expansión volumétrica del ladrillo una vez instalado. Estas mejoras son especialmente valiosas en construcciones ubicadas en climas húmedos o donde la protección contra filtraciones es prioritaria (Ullauri et al., 2022).

En términos generales, el efecto del polvo de concreto reciclado sobre las características de los ladrillos también se refleja en una mayor eficiencia térmica y en una menor variación durante el proceso de cocción, gracias a su composición mineral estable. Sin embargo, estos beneficios dependen directamente del tamaño de partícula, la pureza del residuo y su proporción en la mezcla. Una dosificación inadecuada puede afectar la trabajabilidad del barro o provocar fracturas durante el secado y la cocción. Por ello, es necesario realizar un balance técnico que permita maximizar los efectos positivos del polvo reciclado, sin comprometer la calidad del producto ni la viabilidad del proceso artesanal. Esta integración controlada además de mejorar los atributos físicos del ladrillo, también tiene un aporte hacia las soluciones sostenibles a fin de la gestión de residuos de construcciones.

2.2.3 Propiedades de los ladrillos

Los atributos físico-mecánicos relacionados a ladrillos son fundamentales a fin de analizar su comportamiento estructural y su idoneidad en diversas aplicaciones constructivas. Estas propiedades incluyen características como la resistencia a la compresión, la densidad aparente, la absorción de agua, la porosidad y la conductividad térmica. La resistencia a la compresión es una de las más relevantes, ya que determina la capacidad del ladrillo para soportar cargas verticales sin deformarse o romperse. Este valor cambia conforme a la clase de arcillas, el proceso de fabricación y la temperatura de cocción, situándose normalmente entre 30 y 100 kg/cm² en ladrillos artesanales

convencionales, aunque puede ser mayor si se emplean aditivos o técnicas mejoradas Gutierrez y Miranda, (2025).

Las absorciones de humedades es otro aspecto fundamental, debido a que un ladrillo con alta porosidad tiende a absorber más humedad, lo que puede comprometer su durabilidad y su desempeño en climas húmedos. Esta propiedad está directamente relacionada con la estructura interna del material y con el control del proceso de cocción, ya que una cocción incompleta o a baja temperatura genera mayor porosidad. Por otro lado, la densidad aparente influye en los pesos de los ladrillos y en sus capacidades hacia aislar térmica y acústicamente los espacios. Ladrillos más densos tienden a ser más resistentes, pero también más pesados, lo cual puede incrementar la carga muerta sobre la estructura (Benítez-Vivas et al., 2023).

En cuanto a la conductividad térmica, los ladrillos presentan valores que los convierten en materiales adecuados para el aislamiento pasivo, especialmente aquellos con porosidad moderada. Esta propiedad, junto con la capacidad de almacenamiento térmico, permite que los muros hechos con ladrillos mantengan temperaturas interiores más estables. A nivel mecánico, también es importante considerar la resistencia al desgaste superficial, especialmente en aplicaciones expuestas, y la resistencia a la flexión, aunque esta última suele ser limitada en materiales cerámicos. En conjunto, estas propiedades determinan el desempeño global del ladrillo en obra, condicionando su uso según los requerimientos estructurales, climáticos y funcionales del proyecto constructivo Gutierrez y Miranda, (2025).

2.2.3.1 Resistencia a la compresión

Este atributo mecánico es un factor de mucha relevancia hacia el análisis de materiales de construcción como los ladrillos, ya que define su capacidad para resistir cargas axiales sin sufrir deformaciones o fracturas. Estas cualidades tienen un carácter esencial a fin de asegurar las estabilidades y seguridad estructural de los elementos constructivos donde se emplea el ladrillo, como muros portantes y cerramientos. En el caso

de las unidades artesanales, el esfuerzo a cargas axiales varía considerablemente debido a la heterogeneidad de los materiales utilizados, la técnica de fabricación, la densidad alcanzada en el moldeo y la eficiencia del proceso de cocción. Generalmente, los valores de resistencia de estos ladrillos se encuentran por debajo de los ladrillos industriales, lo que limita su uso estructural en edificaciones de gran envergadura Gutierrez y Miranda, (2025).

La resistencia a compresión está influenciada directamente por el proceso de cocción. Cocer la arcilla a temperaturas superiores a 800 °C permite una sinterización parcial, aumentando la cohesión entre las partículas y disminuyendo la porosidad interna, lo que conduce a mejoras directas en su capacidad de carga. En cambio, cocciones incompletas o desiguales generan productos frágiles, con poros abiertos y baja densidad, afectando negativamente la resistencia mecánica. Asimismo, la calidad de la arcilla y la presencia de impurezas, como materia orgánica o carbonatos, pueden debilitar la estructura del ladrillo durante su endurecimiento, comprometiendo su desempeño ante cargas compresivas (Benítez-Vivas et al., 2023).

La incorporación de materiales alternativos, como residuos industriales o subproductos de la construcción, también puede modificar la resistencia a la compresión, dependiendo de su naturaleza, granulometría y proporción dentro de la mezcla. Por ejemplo, ciertos aditivos minerales pueden actuar como puzolanas, mejorando la cohesión interna, mientras que otros, si no se integran adecuadamente, pueden generar zonas de debilidad. Por ello, al evaluar la resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal, es necesario considerar no solo el tipo de materiales utilizados, sino también el control del proceso productivo, dado que cualquier variación en estos factores puede tener un impacto significativo en la calidad estructural del producto final Gutierrez y Miranda, (2025).

2.2.3.2 Absorción de agua

Las absorciones de humedades está catalogado como una cualidad de orden físico fundamental en los ladrillos, ya que está directamente relacionada con sus durabilidades,

resistencias al clima y comportamiento frente a la humedad. Esta característica se refiere a la capacidad del ladrillo hacia la retención de humedad en sus porosidades al encontrarse en contactos con ella, dependiendo en gran medida de su estructura interna, porosidades y calidad del proceso de cocción. En los ladrillos artesanales, las absorciones de humedades a veces es elevada a causa de la cocción no uniforme y a la utilización de arcillas con escaso procesamiento. Estos factores favorecen la formación de una matriz porosa que permite el ingreso y almacenamiento de agua, lo que puede deteriorar el ladrillo con el tiempo, especialmente en ambientes húmedos o expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo (Benítez-Vivas et al., 2023).

El contenido de humedad absorbida puede influir negativamente en otras propiedades del ladrillo, como su resistencia a la compresión y su estabilidad dimensional. Un alto grado de absorción provoca expansión volumétrica, lo que a su vez puede generar fisuras o desprendimientos en los muros si no se toman medidas preventivas adecuadas. Además, la presencia prolongada de humedad facilita la formación de sales solubles en la superficie del ladrillo (eflorescencias), que no solo afectan su apariencia estética, sino también su integridad estructural. En contextos donde no se cuenta con barreras impermeables o revestimientos protectores, esta propiedad representa una limitación importante para el uso de ladrillos artesanales en exteriores o en zonas con alta pluviosidad Gutierrez y Miranda, (2025).

Para reducir la absorción de agua, es posible mejorar el proceso de fabricación mediante la selección adecuada de materias primas, la incorporación de aditivos hidrofugantes y el control térmico durante la cocción. Asimismo, la adición de ciertos residuos industriales, como ceniza volante o cemento reciclado, puede modificar favorablemente la microestructura del ladrillo, disminuyendo su porosidad y, por ende, su capacidad de absorción. No obstante, cualquier alteración en la composición debe evaluarse cuidadosamente, ya que podría afectar otros atributos físicos o mecánicos del producto. En suma, el control de la absorción de agua es clave hacia la garantización de

durabilidades y los desempeños de los ladrillos, especialmente cuando se busca su aplicación en condiciones ambientales adversas (Benítez-Vivas et al., 2023).

2.2.3.3 Estabilidad dimensional y alabeo

La estabilidad dimensional y el alabeo son propiedades físicas que afectan directamente la calidad y funcionalidad de los ladrillos, especialmente en procesos constructivos donde la precisión es esencial. La estabilidad dimensional es la capacidad de los ladrillos de conservar sus dimensiones originales sin deformaciones apreciables después del secado y la cocción. En este tipo de fabricación artesanal, sin controles estrictos de temperatura, humedad o compactación, existen diferencias bastante grandes en las dimensiones de los ladrillos. Esto provoca problemas al colocar [el muro] y que las paredes queden correctamente alineadas. Este tipo de irregularidades afecta la uniformidad del material, obligando a aplicar más mortero para compensar esas diferencias y, necesariamente, perjudicando la eficiencia de la construcción e incluso comprometiendo la estética al final. (Quispe y Rojas, 2023)

Por su parte, el alabeo es un tipo de deformación que ocurre cuando el ladrillo pierde su forma plana/recta al adquirir cierta curvatura no deseada. Este cambio ocurre principalmente durante el secado y la cocción, procesos en los que se desarrollan en el material la retracción desigual de la arcilla, su distribución irregular de la humedad o el calor, y las tensiones internas. En los ladrillos hechos a mano, el alabeo puede ser leve o severo, según la arcilla y otras condiciones ambientales asociadas con la fabricación. Presentan una imperfección consistente en la falta de superficies planas, lo que hace que el tendido de forma adecuada sea casi imposible y que el vínculo entre las piezas sea mucho más débil en términos de resistencia y estabilidad inicialmente. Gutierrez y Miranda, (2025)

Para minimizar estos defectos, se pueden añadir mejoras en el proceso de producción, como un control gradual del secado, moldes calibrados y variación de la temperatura de cocción. De manera similar, la adición de otros materiales que disminuyan

la contracción de la mezcla durante el secado puede permitir una mayor estabilidad dimensional. En particular, algunos aditivos pueden actuar como aglutinantes o estabilizadores internos, reduciendo la deformación final del ladrillo. Dicho esto, estos ajustes requieren un conocimiento adecuado del comportamiento térmico y físico de los componentes y cuidado en cada etapa del proceso artesanal para obtener producciones más homogéneas que induzcan menos alabeo. (Quispe y Rojas, 2023)

2.2.3.4 Durabilidad frente a factores ambientales

En el desempeño de los ladrillos a lo largo del tiempo, una propiedad importante utilizada como requisito previo es la durabilidad frente a factores ambientales, que identifica su resistencia a la acción continua de agentes externos agresivos (humedad, radiación solar, cambios de temperatura y contaminantes atmosféricos). Pero, en el caso de los ladrillos fabricados a mano, que son muy porosos y tienen una cocción poco predecible sin controles técnicos presentes durante la fabricación, esta resistencia a menudo es limitada. Cualquier superficie expuesta a la lluvia continua o a la humedad ambiental sufre procesos de fragmentación, como la solubilización de sales solubles, la cristalización de la eflorescencia y la pérdida de cohesión en la superficie. Los ladrillos porosos también tienden a retener más humedad, lo que los hace susceptibles a ciclos de hielo-deshielo que causan fracturación interna y descamación (spalling) Gutierrez y Miranda, (2025).

Las variaciones térmicas bruscas también son un factor significativo de deterioro, en particular cuando el ladrillo está ubicado en zonas con una amplitud térmica diaria o estacional considerable. La expansión y contracción del material de manera cíclica generan microgrietas que, con el tiempo, conducen a fallas estructurales. Asimismo, la química de la radiación ultravioleta y los vientos cargados con partículas abrasivas pueden degradar la superficie del ladrillo, dificultando su desempeño estructural o estético. Así, en áreas urbanas o industriales, el contacto continuo con gases contaminantes como el dióxido de azufre o el monóxido de carbono puede inducir reacciones químicas en los

compuestos minerales de los ladrillos, provocando un deterioro más rápido, especialmente bajo una combinación constante de condiciones húmedas (Quispe y Rojas, 2023).

Por último, para lograr durabilidad frente a estos factores, es posible adoptar ambas estrategias durante la formulación del ladrillo y también en su protección posterior. El uso de aditivos o materiales puzolánicos puede limitar la absorción de humedad y aumentar la densidad del producto, lo que significa menor susceptibilidad al ataque ambiental. De manera similar, el uso de recubrimientos impermeabilizantes o selladores de superficie puede mejorar de forma drástica la vida útil del ladrillo en entornos severos. Sin embargo, estas soluciones deben diseñarse con sensibilidad respecto al tipo de ladrillo hecho a mano y a las condiciones ambientales locales en las que se emplea, ya que, de lo contrario, un tratamiento incorrecto puede afectar otras propiedades críticas del material, como la transpirabilidad o incluso la adherencia del mortero Gutierrez y Miranda, (2025).

2.3 Marco conceptual

a. **Ladrillo artesanal. -** Es aquel producido manualmente o en pequeños lotes sin la intervención de procesos industriales a gran escala. Generalmente, se fabrica con arcilla, aguas y, en ocasiones, aditivos orgánicos tal que las pajas o la ceniza. Su principal ventaja radica en la accesibilidad y la adaptabilidad a diferentes técnicas constructivas, aunque sus propiedades mecánicas suelen ser inferiores a las de los ladrillos industriales.

b. **Propiedades físico-mecánicas del ladrillo. -** Son las características que determinan el comportamiento del ladrillo frente a diferentes condiciones de carga y ambientales. Estas incluyen la resistencia a la compresión, la absorción de agua, la densidad, la estabilidad dimensional y la resistencia térmica. Estas propiedades son primordiales a fin de determinar las calidades y las durabilidades del ladrillo en construcciones.

c. **Ceniza de carbón. -** Es un subproducto de las combustiones de carbones en plantas termoeléctricas o de calefacción. Esta ceniza, rica en compuestos como sílice, calcio y

aluminio, se utiliza en la construcción como un material puzolánico que mejora las propiedades de los ladrillos al reaccionar con la cal libre y generar productos que aumentan las resistencias a las compresiones.

d. **Polvo de concreto reciclado. -** Es el resultado de triturar escombros de concreto provenientes de demolición, utilizándose hacia la categoría de material adicionate hacia mezclas nuevas de construcción. Este polvo puede sustituir parcialmente la arena o formar parte de los aditivos en la fabricación de ladrillos, contribuyendo a mejorar la cohesión y la densidad de los mismos.

e. **Resistencia a la compresión. -** Esta propiedad es una característica determinante para la evaluación de la calidad de los ladrillos, utilizada para expresar el cumplimiento del material frente a un escenario de carga sin fractura. Cuanto mayor sea la resistencia a compresión de los ladrillos dentro de una estructura, mayor será la durabilidad y la estabilidad de esa estructura en particular. La resistencia puede mejorarse aún más mediante la adición de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado, porque estos aditivos producen una microestructura más fina con menos volumen de poros.

f. **Absorción. –** Cualidad de la unidades de ladrillos hacia la absorción de humedad al ser sumergida en agua. Una alta absorción puede resultar en la formación de eflorescencias y la reducción de la durabilidad del ladrillo. Los aditivos como la ceniza de carbón ayudan a reducir las porosidades de ladrillos, optimizando su capacidad resistente hacia la humedad y prolongando su vida útil.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Los factores metodológicos de un trabajo de indagación, son las fases de orden técnico, procedimientos y enfoques sistemáticos empleados a fin de realizar un análisis experimental de forma estructurada y objetiva. Esta metodología establece las pautas a seguir a fin de recaudar, verificar y presentar la información, ello con la finalidad de atender a las interrogantes trazadas según el estudio. Implica el seleccionamiento de un diseño de investigación idóneo (cuantitativos, cualitativos o mixtos) y la definición de las herramientas y técnicas que se utilizarán para obtener la información, como encuestas, entrevistas, experimentos o análisis documentales. Además, los criterios de validación relativos a los resultados del estudio deben determinarse junto con los medios para garantizar la confiabilidad y la validez del estudio.

En el segundo caso, dentro del método de investigación, se define cómo realizar un análisis de los datos, ya sea mediante medios estadísticos o cualitativos; así como la presentación clara y concisa de los resultados. Esto incorpora la muestra o la población que se iba a examinar, el momento en que se realizó el estudio y las limitaciones del marco utilizado. La metodología debe proporcionar una forma de aislar características importantes del problema y adaptarse al propósito específico, los límites y el contexto del estudio de investigación.

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo en la investigación implica más comúnmente la recopilación y el análisis de datos numéricos para descubrir patrones, relaciones y tendencias. Luego, se pueden obtener mediciones precisas y, por ejemplo, utilizar herramientas estadísticas para determinar los resultados. Esto es ideal para investigaciones que involucran hechos concretos y resultados medibles, porque te proporciona una base sólida para generalizar los resultados de tu estudio, así como para sustentar inferencias sobre un evento. (Castro et al., 2023)

El factor metodológico de naturaleza cuantitativa está basado en la recaudación y verificación de la información numérica para estimar, explicar o identificar un fenómeno. En nuestro estudio, se utilizará un enfoque cuantitativo porque se pretende medir las propiedades de los ladrillos, como las resistencias a las compresiones y las absorciones de humedad, a través de técnicas de medición precisa, lo que permitirá la comparación de resultados y la identificación de tendencias y relaciones causales entre las variables.

3.2 Tipo de la investigación

Los estudios aplicados se refieren a la solución de problemas concreta y tangiblemente frecuentes. Buscan crear un aprendizaje teórico que pueda informar prácticas, procesos o tecnologías en contextos específicos. A diferencia de la investigación básica, cuyo objetivo es ampliar el conocimiento teórico, la investigación aplicada se orienta a aplicar ese conocimiento en el mundo práctico y real, para obtener resultados con utilidad efectiva. (Castro et al., 2023)

El estudio ejecutado contempla un tipo de categoría aplicada, enfocado a la resolución de problemas prácticos y generar soluciones concretas. En nuestro caso, este tipo de investigación es el más adecuado, ya que el objetivo es aplicar los conocimientos sobre el impacto de los aditivos en la fabricación de ladrillos para mejorar la calidad del

producto y promover prácticas más sostenibles en la industria de la construcción, proporcionando resultados directamente utilizables en el contexto práctico.

3.3 Nivel de la investigación

El trabajo de indagación, como factor explicativo, se orienta a determinar los factores causales o los consecuentes de un fenómeno, no solo su descripción y su relación con otras variables. En este nivel, la investigación no solo busca averiguar si existe una relación entre dos o más variables, sino también explicar cómo y por qué ocurre esa relación. Este nivel facilita el desarrollo de teorías para comprender los procesos y mecanismos que influyen en las propiedades del ladrillo cuando se utilizan aditivos [35], en un contexto de investigación. (Reyes, 2022)

El nivel explicativo en la investigación busca no solo identificar la relación entre variables, sino también comprender las causas que las originan. Este nivel es adecuado para nuestro estudio porque buscamos entender cómo las incorporaciones de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado afecta directamente los atributos físico-mecánicos de las unidades de arcilla, identificando los mecanismos a través de los cuales estos aditivos inciden en las características del material.

3.4 Diseño de la investigación

El aspecto de categoría de diseños, el trabajo desarrollado cuenta con un manejo de grupos de control de atributos, para abordar una pregunta o hipótesis específica. Define el enfoque, el método y las técnicas que se emplearán a fin de desarrollar el trabajo, sosteniendo que los procedimientos sean sistemáticos y estén alineados con los objetivos de la investigación. El trabajo de indagación, como factor explicativo, se orienta a determinar los factores causales o los consecuentes de un fenómeno, no solo su descripción y su relación con otras variables. En este nivel, la investigación no solo busca averiguar si existe una relación entre dos o más variables, sino también explicar cómo y

por qué ocurre esa relación. Este nivel facilita el desarrollo de teorías para comprender los procesos y mecanismos que influyen en las propiedades del ladrillo cuando se utilizan aditivos, en un contexto de investigación. (Sollitto, 2022)

El diseño de investigación experimental se caracteriza por la manipulación de una o más variables independientes para observar su efecto sobre una o más variables de cambio. En este tipo de diseño, el investigador controla el entorno para realizar observaciones en condiciones controladas, buscando establecer relaciones causales entre las variables. Este enfoque es adecuado para nuestro estudio, ya que permitirá la evaluación de la consecuencia de las aplicaciones de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado sobre las cualidades de los ladrillos artesanales, permitiendo medir y comparar las variaciones bajo condiciones controladas.

3.5 Método de la investigación

Los métodos científicos son formalismos de los procesos que intentan brindar una visión general, descripciones y reglas para establecer el orden seguido en una indagación extensa, desarrollando teoría, realizando investigación sobre el conocimiento práctico. Ese enfoque consiste en observar un fenómeno natural, proponer una hipótesis, ponerla a prueba en un experimento, recopilar y procesar datos, y analizar resultados. Esto garantiza objetividad, neutralidad, replicabilidad y una aplicación basada en evidencias de la información obtenida, lo que permite que los resultados puedan verificarse y presentarse en una variedad de campos diferentes. (UNIR, s. f.)

El método científico es un enfoque sistemático y riguroso que sigue una serie de pasos secuenciales, incluyendo la observación, formulación de hipótesis, experimentación, recolección de datos y análisis de resultados. Este método se aplicará en nuestro estudio porque nos permite formular hipótesis sobre el efecto de los aditivos en las propiedades de los ladrillos y luego comprobarlas mediante pruebas controladas y mediciones cuantitativas, asegurando que los resultados sean válidos, reproducibles y objetivos.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La población en un estudio de investigación se refiere al conjunto completo de elementos o unidades que comparten características comunes y que son objeto de estudio. Es el grupo de referencia sobre el cual se pretende hacer inferencias o generalizaciones. En este caso, la población está formada por todos los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de San Román, los cuales serán utilizados para analizar sus propiedades físico-mecánicas y su respuesta ante la incorporación de aditivos. (Ojeda, 2020)

En el presente trabajo se forma por los grupos de ladrillos artesanales fabricados en la zona delimitada, los cuales son producidos con métodos tradicionales utilizando materiales locales. Esta población abarca todos los ladrillos que se fabrican en la región y que podrían ser susceptibles a la evaluación de sus propiedades físico-mecánicas, como la resistencia a la compresión, la absorción de agua y la estabilidad dimensional, especialmente aquellos que podrían incorporar aditivos como ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado.

3.6.2 Muestra

Según Ojeda (2020) la muestra es una selección representativa de la población, que se elige para ser estudiada de manera más detallada. A partir de esta muestra, se pueden hacer inferencias sobre la población completa, bajo la suposición de generalizar con poco lo más amplio. En nuestro estudio, la muestra se compuso por 20 unidades de ladrillos artesanales, seleccionadas para llevar a cabo los ensayos experimentales y obtener resultados representativos sobre el impacto de los aditivos en las propiedades de los ladrillos.

La muestra de nuestro estudio está conformada por un total de 100 unidades de ladrillos artesanales y modificados, que serán seleccionados para realizar los ensayos experimentales. Esta muestra será elegida bajo diseños experimentales que permita las

manipulaciones de las variables independientes (ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado) y su efecto en los atributos de los ladrillos. A través de estos 100 ladrillos, se llevarán a cabo las mediciones necesarias para comparar los efectos de los aditivos sobre características como la resistencia a la compresión, la absorción de agua, entre otras. La selección de esta muestra permitirá obtener resultados estadísticamente significativos y aplicables al contexto del grupo general representado.

Tabla 2

Número de unidades experimentales

Atributo	Ladrillo Base	Ladrillo con 5% Ceniza de Carbón	Ladrillo con 10% Ceniza de Carbón	Ladrillo con 5% Polvo de Concreto	Ladrillo con 10% Polvo de Concreto	Total
Abs.	4u	4u	4u	4u	4u	**20u**
Succ.	4u	4u	4u	4u	4u	**20u**
V. dims.	4u	4u	4u	4u	4u	**20u**
Alab.	4u	4u	4u	4u	4u	**20u**
R. compres.	4u	4u	4u	4u	4u	**20u**
	20u	**20u**	**20u**	**20u**	**20u**	**100u**

La tabla presentada muestra la cantidad de muestras utilizadas en los diferentes ensayos realizados para evaluar las propiedades de varios tipos de ladrillos. Se han considerado cuatro tipos de ladrillos: el ladrillo base, el ladrillo con 5% de ceniza de carbón, el ladrillo con 10% de ceniza de carbón, el ladrillo con 5% de polvo de concreto y el ladrillo con 10% de polvo de concreto. Para cada tipo de ladrillo, se han realizado ensayos principales: nivel de absorciones, succiones, variaciones de los lados, alabeos, esfuerzo a la aplicación de cargas. En cada ensayo se han utilizado 4 muestras por tipo de ladrillo, sumando un total de 100 muestras. Esta distribución refleja la cantidad de muestras necesarias para realizar una evaluación exhaustiva de los atributos físicos y mecánicos de las unidades de arcilla con diferentes aditivos.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

La metodología de un estudio se basa en las técnicas empleadas hacia el acpio de informacion, analizarlo e interpretarlos, ello con la finalidad de alcanzar resultados precisos y relevantes. En nuestro caso, las técnicas utilizadas en el estudio estarán enfocadas en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos artesanales, para lo cual se aplicarán métodos específicos de análisis y medición. A continuación, se mencionan las técnicas que se utilizarán (Medina et al., 2023)

Técnica de absorción de agua:

La absorción de agua se mide sumergiendo las muestras de ladrillos en agua por tiempos determinados y posteriormente pesándolas para estimar la cantidad de agua que ha sido absorbida por cada muestra. Este ensayo es importante hacia la evaluación de las durabilidades del ladrillo en ambientes de humedad.

Ensayo de succión:

Al igual que la última prueba de absorción, este método determina qué tan bien un ladrillo absorbe agua al ponerlo en contacto con humedad durante un período de tiempo establecido sobre la superficie del agua. Con esta prueba, medimos la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua, lo cual puede reflejar su porosidad y su resistencia a la humedad.

Prueba de variación dimensional:

Esta prueba se aplica para evaluar el cambio en la medición de los ladrillos después de un ciclo de humedad. La variación dimensional puede ser un indicador de la estabilidad dimensional del ladrillo y es útil para evaluar su desempeño con respecto a los cambios de tiempo y humedad.

Prueba de alabeo:

Esta prueba determina el cambio en la deformación del ladrillo en respuesta a condiciones de secado. Se utiliza para evaluar la deformación que ocurre durante el secado, lo cual afecta la forma y las propiedades del ladrillo.

Ensayo de resistencia a la compresión:

Este ensayo examina la resistencia del ladrillo a las cargas que podrían aplicarse. La muestra de ladrillo se presiona contra la superficie de una máquina de compresión hasta que se rompe. Este método es fundamental para evaluar la resistencia de los ladrillos para soportar cargas en la construcción.

Estos métodos son necesarios para asegurarse de que los ladrillos, los convencionales y los modificados con aditivos, cumplan todos los principios de calidad en su aplicación en la construcción.

3.7.2 Instrumentos

Este es para el investigador, son herramientas para medir algunas de estas magnitudes, y algunos instrumentos básicos utilizados en la investigación exploratoria que deben ser capaces de recolectar datos objetivos y fiables. Para analizar las propiedades físico-mecánicas de unidades de arcilla artesanal con aditivos, utilizaremos un conjunto de instrumentos creado específicamente para este propósito en nuestra investigación. A continuación, describimos los instrumentos que se utilizarán en las diferentes pruebas. (Medina et al., 2023)

- **Horno de secado:** El horno de secado es un dispositivo utilizado para medir la humedad de los ladrillos. Consiste en un equipo que permite calentar las muestras a una temperatura controlada, generalmente a 105°C, para eliminar el agua contenida en los ladrillos. El cambio en los pesos de las unidades antes y después de los procesos de aireación permite calcular el contenido de humedad de manera precisa.
- **Balanza de precisión:** Este instrumento es utilizado para medir el peso de las muestras antes y después de los ensayos de humedad y absorción de agua. La balanza debe tener una alta precisión para garantizar mediciones exactas que permitan calcular correctamente las variaciones en el peso de los ladrillos.

- **Equipo de absorción de agua:** Este equipo es utilizado para realizar las pruebas de absorción y succión de agua. Consiste en un recipiente con agua donde se sumergen las muestras de ladrillo y un sistema de medición que permite registrar las cantidades de humedades absorbidas por el ladrillo en un tiempo determinado.
- **Calibrador digital o vernier:** Este instrumento es utilizado hacia la medición con precisiones en la dimensión de los ladrillos previa y tras las pruebas de variación dimensional. Permite obtener medidas exactas de largo, ancho y altura de las muestras, lo que es esencial para evaluar cualquier cambio en las dimensiones del ladrillo debido a los efectos de la humedad o el secado.
- **Prensa hidráulica:** Este equipo de aplicación de cargas axiales es uno de los instrumentos más importantes en la evaluación de la resistencia de los ladrillos. Este equipo aplica una carga progresiva sobre la muestra hasta que esta se fractura, midiendo la cantidad de carga que soporta el ladrillo antes de fallar. Los resultados obtenidos permiten calcular el esfuerzo a cargas de los ladrillos.
- **Micrómetro o calibrador de alabeo:** Este instrumento se utiliza para medir la deformación o alabeo que ocurre en los ladrillos cuando son expuestos a condiciones de humedad. Es una herramienta de alta precisión que permite detectar incluso las más pequeñas variaciones en la forma del ladrillo durante los ensayos de alabeo.

Estos instrumentos aseguran que los dimensionamientos obtenidos estén exactos y confiables, lo que es esencial para obtener resultados válidos que puedan ser utilizados en la comparación y evaluación de las propiedades de los ladrillos con diferentes aditivos.

3.8 Procedimiento y recolección de datos

Los procedimientos y las recolecciones de información se refieren al proceso de etapas sistemáticas y organizados que se siguen para obtener, registrar y procesar la información necesaria en un estudio de investigación. Estos procesos son fundamentales hacia la aseguración de que la información sea precisa, consistentes y representativos de

las variables que se están evaluando. En la investigación experimental, como la nuestra, se deben seguir métodos controlados para asegurar que las condiciones y los procedimientos sean constantes, de manera que la ruta alcanzada sea válida y confiable. La recolección de información incluye tanto la preparación de los instrumentos necesarios, como las fases de observación, medición y registro, y puede involucrar tanto datos cuantitativos como cualitativos según la naturaleza del estudio.

1. **Selección de muestras:**

En primer lugar, se seleccionaron 20 ladrillos artesanales de la zona de estudio, distribuidos entre el ladrillo base y 80 unidades de ladrillos para 5% y 10% de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado. La selección de las muestras fue aleatoria, pero representativa, para asegurar que los resultados pudieran ser generalizados a la población de ladrillos artesanales en la región.

2. **Preparación de muestras:**

Los ladrillos seleccionados fueron preparados de acuerdo con los diferentes tratamientos: sin aditivos, con ceniza de carbón en 5% y 10%, y con polvo de concreto reciclado en 5% y 10%. Las muestras fueron fabricadas en condiciones controladas para asegurar que las variaciones entre ellas fueran mínimas.

3. **Control de humedad:**

Para medir la humedad de los ladrillos, cada muestra fue pesada antes y después de ser secada en un horno a 105°C. Este proceso de secado se llevó a cabo durante 24 horas. La diferencia en peso permitió calcular el porcentaje de humedad presente en cada ladrillo. Este procedimiento fue repetido tres veces para asegurar la consistencia de los resultados.

4. **Prueba de absorciones:**

Para determinar las capacidades de absorciones de humedades, los ladrillos fueron sumergidos en agua durante un tiempo de 24 horas, y luego se pesaron para registrar la

cantidad de agua absorbida. Este procedimiento se repitió tres veces para cada tipo de ladrillo, y los resultados fueron promediados para obtener una medición precisa.

5. **Prueba de succión:**

En este caso, los ladrillos fueron sumergidos en agua durante un tiempo corto y se midió la velocidad con la que absorbían el agua. La succión se midió durante los primeros 10 minutos, registrando el incremento de peso del ladrillo en ese tiempo para determinar su capacidad de succión. Esta medición fue repetida dos veces para cada muestra.

6. **Pruebas de resistencia a la compresión:**

Las muestras de ladrillo fueron colocadas en una máquina de compresión para medir su capacidad de soportar cargas antes de fracturarse. Este ensayo se realizó utilizando una carga progresiva hasta que el ladrillo se rompiera, registrando el valor máximo de resistencia alcanzado en cada ensayo. Cada tipo de ladrillo pasó por cinco ensayos de aplicación de cargas.

7. **Ensayo de alabeo y variación dimensional:**

Para medir el alabeo, los ladrillos fueron expuestos a ciclos de humedad y se registraron las variaciones en sus dimensiones durante el proceso de secado y después de haber sido sometidos a condiciones de humedad controlada. Se tomaron mediciones de las dimensiones de cada ladrillo utilizando un calibrador digital antes y después del proceso de secado, y los cambios fueron registrados.

8. **Recolección y registro de datos:**

Cada resultado de la prueba se documentó en hojas de recopilación de datos dedicadas aplicables a ese ensayo. Para verificar la precisión, se realizaron dos mediciones separadas y se utilizaron los valores promedio de esos resultados. La recopilación de datos se realizó en un entorno controlado que limita cualquier fuente de error.

3.8.1 Procedimiento y recolección de información

3.8.1.1. Obtenciones de las informaciones

En nuestra investigación, la recopilación de información se logró mediante pruebas sistemáticas y controladas a través de las cuales se recolectaron datos cuantitativos relacionados con las características físico-mecánicas de las unidades de arcilla natural artesanal. Las pruebas se realizaron sobre un número seleccionado de muestras representativas de los diferentes tipos de ladrillos (base y con aditivos); donde parámetros como la humedad, las absorciones, las resistencias a compresión y la succión se evaluaron principalmente utilizando instrumentos de alta precisión. Los resultados de cada prueba se documentaron en formularios estandarizados para su posterior análisis y para garantizar que la información recopilada fuera precisa, útil y consistente (Lloyd & Meyer, 2023). Además, permitió validar los datos para varias repeticiones de cada medición y aportar coherencia para elaborar un análisis sobre el efecto de las cenizas y los polvos en los atributos de las unidades de arcilla.

3.8.1.2. Obtención de los materiales

En el caso de la Provincia de San Román, la adquisición de materiales se realizó mediante un proceso en el que se identificaron y recolectaron recursos producidos de forma natural para la fabricación de ladrillos artesanales. La arcilla, que representa la principal materia prima para la producción de ladrillos nominales, se obtuvo de canteras de la provincia local para garantizar su calidad y adecuación, junto con algunas pruebas planificadas. Además, aditivos como cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado se obtuvieron de sitios regionales de acuerdo con técnicas para asegurar su disponibilidad y sostenibilidad. La selección de estos recursos se realizó de manera estratégica, considerando tanto su accesibilidad como su capacidad para mejorar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos, lo que permitió realizar los ensayos bajo condiciones representativas de la zona de estudio.

Además, cabe indica que el tipo de ladrillo elaborado y estudiado es el Tipo I según la norma E.070, mis que cuenta con especificaciones ya establecidas, mismos que se quisieron cumplir y mejorar en el presente estudio.

3.8.1.3. Obtención de ceniza de carbón

La ceniza de carbón utilizada en nuestro estudio fue obtenida de manera artesanal mediante un proceso de carbonización, llevado a cabo en la locación de estudio, donde se realiza la quema controlada de madera en hornos rudimentarios. Los procesos de carbonización se realizaron en las instalaciones locales y particulares, donde se utilizó carbón empleado para la cocción de comidas asadas y demás usadas normalmente en anticucherías y la popularmente conocida caja china. El carbón fue colocado en un horno tradicional, donde se sometió a un proceso controlado de combustión parcial, a temperaturas que oscilaron entre 250°C y 400°C. Este proceso permitió obtener las cenizas finas de carbón, y las cenizas resultantes que se formó tras la quema final, fue recolectada cuidadosamente.

Una vez obtenida la ceniza, se llevó a cabo un proceso de tamizado para eliminar las partículas más grandes y asegurar que el material estuviera en un estado adecuado para su utilización en la fabricación de ladrillos, la ceniza empleada para la incorporación son los retenidos en la malla 200. La ceniza tamizada fue luego transportada en recipientes secos hacia las instalaciones del laboratorio privado que se solicitó, donde se almacenó en condiciones secas y protegidas para evitar la absorción de humedad.

Para el presente estudio, se estimó que la cantidad necesaria fue de 15 kg de ceniza de carbón para realizar las pruebas experimentales. Esta cantidad se distribuyó en dos proporciones: 5% y 10% de ceniza de carbón por cada 100 kg de mezcla de ladrillo. Con esto, se prepararon tres grupos de ladrillos: el ladrillo base sin aditivos, el ladrillo con 5% CC y el ladrillo con 10% CC. El proceso artesanal de carbonización, al ser realizado localmente, no solo proporcionó un material adecuado para el estudio, sino que también

contribuyó a la reutilización de recursos locales y promovió prácticas de sostenibilidad al aprovechar un subproducto de la carbonización del carbón.

Figura 1

Cenizas de carbón



3.8.1.4. Obtención de polvo de concreto reciclado

El polvo de concreto reciclado utilizado en el estudio fue obtenido de manera manual a partir de los desperdicios generados en demoliciones de vías de pavimento rígido y también de elementos estructurales de viviendas (vigas y columnas), mismos que se encuentran acumulados en desmontes en la locación de estudio. El proceso comenzó con la identificación y recolección de escombros y restos de concreto, los materiales fueron seleccionados cuidadosamente, asegurándose de que estuvieran compuestos principalmente de concreto, sin contaminantes que pudieran interferir en los ensayos.

Una vez recolectados los desechos de concreto, se procedió a la trituración manual de los escombros, utilizando herramientas adecuadas para romper los bloques de concreto en fragmentos más pequeños, seguidamente con una comba para obtener materiales más finos. El material fino fue luego tamizado a través de mallas finas para separar las partículas de concreto más pequeñas y emplear solo el polvo, el polvo empleado para la incorporación son los retenidos en la malla 200. Este proceso manual permitió obtener un

polvo de concreto reciclado de tamaño uniforme, apto para ser incorporado en las mezclas de ladrillos.

Para el presente estudio, se estimó que la cantidad necesaria fue de 15 kg de polvo de concreto reciclado, distribuidos en dos proporciones: 5% y 10% de polvo de concreto reciclado por cada 100 kg de mezcla de ladrillo. Esta cantidad se utilizó para elaborar tres tipos de ladrillos: el ladrillo base sin aditivos, el ladrillo con 5% de polvo de concreto reciclado y el ladrillo con 10% de polvo de concreto reciclado. La recolección manual y el reciclaje de los desechos de concreto no solo permitió obtener el material necesario para el estudio, sino que también contribuyó a las reducciones de desechos de construcción, promoviendo actividades de mayor sostenibilidad en la industria local de la construcción.

Figura 2

Polvo de concreto reciclado



3.8.2 Ensayos en laboratorio

a. Granulometría:

Esto incluye la prueba de distribución del tamaño de partícula realizada en laboratorio para determinar la distribución del tamaño de partícula tanto del polvo de concreto reciclado como de la ceniza de carbón utilizada durante la producción de ladrillos.

Permite calcular cuánta cantidad de partículas finas y gruesas hay en los materiales, lo cual es significativo para la fabricación de los ladrillos, ya que incide en las propiedades de uniformidad de la mezcla, así como en la resistencia a compresión.

Esta prueba utilizará un tamiz ordinario con diferentes tamaños de malla. Esto permite que las partículas se filtren por diámetro. Se tomará por separado una muestra representativa de cada material (ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado, respectivamente) a partir del conjunto, con una muestra de 100 g para cada uno; luego pasará por un conjunto de tamices empezando por el tamaño de malla más grande para establecer su fraccionamiento. Después, las proporciones retenidas en los tamices se ponderarán, para obtener la distribución del tamaño de partícula. Los resultados se graficarán en una curva de distribución del tamaño de partícula, lo que finalmente permite evaluar si los materiales son adecuados para incorporarlos a la mezcla del ladrillo y calibrar proporciones considerando su calidad y consistencia. Estas pruebas se realizarán conforme a las normas técnicas del laboratorio y asegurando que la distribución del tamaño de partícula de los materiales reciclados sea adecuada para las pruebas posteriores de ladrillos.

Figura 3

Prueba de granulometría de materiales finos de arcilla



b. Límites de consistencia:

En ensayos de laboratorio, se realizará el ensayo de tracción en probetas a tres puntos utilizando una máquina universal KERA 13983 que determina las características de plasticidad y trabajabilidad de las mezclas de ladrillo, especialmente con la adición de cenizas de carbón y libres de polvo de concreto reciclado. Es un ensayo crucial que ofrece información sobre la moldeabilidad de la mezcla antes de someterla a la cocción. Los límites de consistencia son parámetros que sirven para medir el comportamiento de la mezcla en función de la humedad variable y que definirán las características del ladrillo final.

Nuestro método para este ensayo estará compuesto por la determinación de dos parámetros principales: el límite líquido y el límite plástico de la mezcla. El primero se determinará con el aparato de Casagrande, donde se determina el volumen de agua necesario para que la mezcla de arcilla se transforme en una pasta fluida que se desborda de una ranura abierta en un recipiente. El límite plástico se determinará observando el punto en el que la mezcla comienza a perder su forma plástica y se vuelve ya sea ligeramente pegajosa o demasiado húmeda para trabajarla.

Figura 4

Prueba de límites de consistencia



Las muestras se prepararán a partir de mezclas de ladrillo que contengan distintas cantidades de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado, pero también con una base sin aditivo, como punto de referencia, para permitir evaluar el impacto de cada uno sobre la consistencia de las mezclas correspondientes. Dichos ensayos también proporcionarán resultados que podrían permitir ajustar la proporción de agua en las mezclas hasta un punto en el que sea lo bastante plástica para fabricar ladrillos sin estar lo suficientemente húmeda como para afectar la calidad de estos.

c. Contenido de humedad:

También esperan que la prueba del contenido de humedad se realice en laboratorio para analizar cuánta agua se encuentra en las muestras de ladrillos antes y después de la fase de aireación, lo cual desempeña un papel significativo en la determinación de la calidad y la uniformidad de los ladrillos fabricados. El contenido de humedad de la mezcla influye tanto en cómo se manipula como en cómo se cuece, ya que el exceso de humedad puede provocar contracción o agrietamiento durante el secado, mientras que el agua insuficiente puede dificultar la formación de una mezcla homogénea. Específicamente para ladrillos con aditivos que incluyen ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado, es importante determinar su influencia en la retención de humedad de las mezclas.

En este caso, el procedimiento para esta prueba se llevará a cabo de la siguiente manera: se elegirá y pesará una muestra representativa de cada tipo de ladrillo (base y con aditivos) en una balanza de precisión antes de realizar los procesos de aireación. Luego, las muestras se colocaron al exterior durante 12 horas al día de temperatura ambiente continua para que se evapore toda el agua libre. Las muestras se volverán a pesar una vez secas para evaluar cuánta agua perdieron, lo cual se utiliza para calcular el contenido de humedad restando el peso antes del secado con el peso después.

Este procedimiento se realizará tres veces para cada tipo de ladrillo, y luego estos resultados se promediarán para medir de forma precisa las mediciones del contenido de humedad. Este conocimiento es esencial para evaluar la calidad y la estabilidad de los

ladrillos, así como para ampliar la producción de ladrillos, ajustando las condiciones de secado y cocción durante la fabricación a gran escala.

d. Variación dimensional:

Este ensayo se realiza para determinar la expansión de los ladrillos que puede ocurrir debido a la absorción de humedad o durante el secado. Además, las variaciones en las dimensiones de los ladrillos son uno de los parámetros principales que evidencian la estabilidad de este material y su capacidad para permanecer estable durante todo su período de servicio, condición esencial para que las edificaciones realizadas con estos ladrillos sean firmes y resistentes. En un ambiente húmedo o en uno en el que haya cambios de temperatura, se requieren capacidades de resistencia de un ladrillo frente a alteraciones que surjan por fluctuaciones de humedad o de temperatura.

El método para este ensayo consiste en, primero, medir las dimensiones del ladrillo utilizando un calibrador digital de alta precisión (por lo general con una exactitud de 0,01 mm) o un calibrador vernier (en dos cifras), de modo que las dimensiones "en planta" puedan indicarse midiendo la longitud y la anchura con partes metálicas; la altura también puede medirse con un panel que disponga de piel, si está disponible. A continuación, los ladrillos se someten a un ciclo de exposición a la humedad, es decir, se humedecen sumergiendo las muestras de ladrillo en agua durante un período de tiempo adecuado (generalmente 24 h) para simular escenarios realistas de absorción de agua en la construcción. Después de esta inmersión, los ladrillos se retiran, se limpian superficialmente y se secan a temperatura ambiente.

Al día siguiente, los ladrillos se secan completamente y se miden para comprobar si hay alguna variación respecto a su tamaño. El procedimiento se realiza en tres muestras representativas de cada tipo de ladrillo, y las lecturas resultantes se promedian para proporcionar una variación dimensional global. El ensayo permite la comparabilidad de la influencia de la ceniza volante y del polvo de concreto reciclado sobre la estabilidad dimensional de los ladrillos, lo que proporciona información esencial sobre su desempeño

durante condiciones de humedad cambiantes. Un análisis de este tipo es necesario para demostrar que los ladrillos también son adecuados para objetos en los que deben preservarse sus propiedades sensibles, como paredes y estructuras donde necesitan resistir fluctuaciones de temperatura y humedad sin una deformación extensa.

Figura 5

Prueba de variación dimensional de unidades de ladrillo



e. Alabeo:

Este ensayo se realiza para determinar las deformaciones o el ajuste adicional que presentan los ladrillos cuando se colocan en condiciones húmedas o secas. Durante la absorción de agua, la expansión desigual en la estructura interna de los ladrillos puede causar distorsión y la pérdida de su forma, fenómeno conocido como alabeo. Esta propiedad es importante a la hora de determinar la calidad de los ladrillos; un alto alabeo puede comprometer la estabilidad de los elementos estructurales mediante su desalineación o la aparición de grietas en ellos.

Para esta prueba, el proceso incluye medir las dimensiones originales del ladrillo utilizando un calibrador digital de alta precisión, proporcionándonos mediciones de longitud, ancho y altura. Posteriormente, las muestras de ladrillo se someten a un ciclo

húmedo, en el que se sumergen en agua durante un periodo predeterminado (típicamente 24 horas). Luego, los ladrillos se sacan, se dejan escurrir durante un breve tiempo antes de limpiarlos con toallas de papel para eliminar la humedad superficial, seguido de un secado al aire a temperatura ambiente.

A continuación, los ladrillos se vuelven a medir para comprobar que la forma y el tamaño no han cambiado al secarse. La deformación se calcula simplemente como un porcentaje a partir del tamaño inicial del ladrillo frente al tamaño final.

Figura 6

Prueba de alabeo de unidades de ladrillo



f. Absorción:

Ensayo de absorción: el peso específico y la absorción de agua son una propiedad de densidad, y la capacidad de los ladrillos para absorber agua en vías separadas; en condiciones húmedas, el desempeño es si deben considerarse ambas propiedades. El peso específico es la masa por volumen del material; la absorción de agua es un valor que indica cuánta agua puede retener un ladrillo, y este parámetro es esencial para evaluar su desempeño en condiciones de alta humedad y resistencia al desgaste.

Figura 7

Prueba de absorción de unidades de ladrillo



El método para determinar el peso específico se realiza pesando una muestra estándar de cada tipo de ladrillo directamente en una balanza de alta precisión y, posteriormente, se sumerge en agua durante 24 horas. Una vez finalizada la inmersión, el ladrillo se saca con pinzas, las huellas internas y externas se secan con un paño de lino (para eliminar solo el agua de la superficie) y se vuelve a pesar.

El ensayo de absorción de agua se realiza sumergiendo completamente las muestras en agua durante 24 h; luego, se retiran los ladrillos del tanque de agua, se limpian y se pesan para obtener la cantidad total de agua absorbida.

Luego, las muestras de tres unidades de arcilla para cada grupo de ensayo siguen este procedimiento para asegurar que los resultados sean uniformes y representativos. En cuanto a los ladrillos modificados con ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado, estos materiales pueden cambiar la porosidad y la capacidad de absorción en condiciones de humedad; como resultado, los resultados obtenidos nos permiten evaluar la calidad y la resistencia de los ladrillos en condiciones de humedad. La medición correcta de esas propiedades es vital para comparar entre diferentes tipos de ladrillos y, además, definir cuál ofrece un desempeño superior según las condiciones atmosféricas previstas en el desarrollo.

g. Succión:

El ensayo de succión mide qué tan rápido la unidad de arcilla absorbe agua (lo cual depende no solo de la resistencia del enlace, sino también de la plasticidad del mortero y, por tanto, de la calidad de la instalación) del mortero. Según la norma E.070, la succión de las unidades debe estar entre 10 y 20 g/200 cm²·min (considerada adecuada para la construcción), pero valores más altos conducen a una mayor pérdida de agua, lo que hace necesario prehumedecer los ladrillos y, por consiguiente, puede resultar en un enlace insatisfactorio entre el ladrillo y el mortero. La succión está, al menos en teoría, relacionada con la porosidad abierta del material y la capilaridad superficial, ya que esto determinará qué tan rápido el agua se infiltra a través de las superficies de contacto.

Las unidades de ensayo se generan extrayendo muestras representativas de ladrillos, que pueden secarse en horno (100–115 °C) con fines de investigación o evaluarse en su estado natural para el control de calidad de la construcción. Tras la preparación, se seca la superficie de contacto, se elimina el polvo y se pesa la unidad con precisión para determinar su peso seco inicial. Se miden las dimensiones de la superficie de contacto, generalmente de unos 200 cm², y se documenta el área de influencia. Este paso se ajusta a las normas E.070 y NTP 399.613, que definen el estado inicial y los criterios de precisión para las mediciones de masa y geometría.

La unidad se coloca posteriormente sobre una capa de agua, cuya altura suele regularse con monedas o una bandeja con un nivel específico (aproximadamente 3 mm por encima de la superficie de apoyo), asegurando que solo la cara de contacto esté en contacto con el agua durante exactamente 1 minuto ± 1 segundo. A continuación, se extrae rápidamente el ladrillo, se elimina la humedad superficial con un paño húmedo o escurriéndolo suavemente, y se vuelve a pesar con la misma precisión para registrar el peso en húmedo. La succión se determina finalmente mediante el peso diferencial por unidad de área y tiempo (generalmente expresado en g/200 cm²·min), en relación con el rango estándar. Si el valor supera los 20 g/200 cm²·min, es recomendable humedecer previamente los ladrillos según lo especificado en E.070.

Figura 8

Prueba de succión de unidades de ladrillo



h. Resistencia a la compresión:

El ensayo de resistencia a la compresión es fundamental para evaluar la capacidad de un ladrillo para soportar cargas sin romperse o deformarse. En este ensayo, se mide la fuerza máxima que un ladrillo puede soportar antes de fracturarse, lo que determina su resistencia estructural. La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes para garantizar la seguridad y estabilidad de las edificaciones, dado que las unidades de arcilla deberían tener la capacidad de resistir las presiones axiales impuestas durante su vida útil sin fallar.

Los pasos de esta prueba consiste en colocar el ladrillo en una máquina de compresión, que aplica una carga progresiva sobre la muestra hasta que esta se fractura. Durante la prueba, se registra la cantidad de carga que el ladrillo puede soportar antes de alcanzar su punto de ruptura. El ensayo se realiza en un ambiente controlado para asegurar que las condiciones de prueba sean constantes, y cada tipo de ladrillo (base y con aditivos) se somete a esta prueba en varias muestras para garantizar resultados representativos. Este ensayo permite comparar cómo los diferentes aditivos, como la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado, influyen en la resistencia estructural de

los ladrillos. Los resultados obtenidos son cruciales hacia la estimación de si las unidades de arcilla son aptas según las especificaciones de resistencia necesarias hacia su aplicación en edificaciones de cercos u otras estructuras.

Figura 9

Ladrillos sometidos a resistencia a la compresión



3.9 Procesamiento de datos y análisis

El procesamiento de datos y su posterior análisis fueron etapas cruciales en nuestro estudio, ya que nos permitieron interpretar de forma efectiva las informaciones alcanzadas por medio de los diferentes experimentos ejecutados en los ladrillos artesanales con aditivos. Una vez recolectados los datos de cada ensayo (como variabilidad dimensional, alabeos, absorciones, succiones, y resistencia a la compresión), estos fueron organizados de forma sistemática en hojas de cálculo digitales. Cada resultado fue ingresado cuidadosamente para evitar errores de transcripción y asegurar que toda la información estuviera correctamente registrada.

El procesamiento de datos comenzó con la verificación de la calidad de los datos recopilados. Esto implicó examinar las mediciones para determinar si aparecían valores

atípicos o inconsistencias que pudieran deberse a errores durante las pruebas. Se comprobó también si las repeticiones de cada medición eran iguales o no, para garantizar la consistencia de los resultados. Cuando alguna muestra proporcionó un aparente valor atípico (por ejemplo, cuando el resultado era mucho mayor que la media), se llevó a cabo un análisis adicional de ese procedimiento en particular para determinar las causas de error, en las que podrían haber intervenido una calibración incorrecta del equipo, una manipulación inadecuada de la muestra, etc.

La validación de los datos se realizó, luego se segregaron según el tipo de ladrillo (base, con 5% y 10% de ceniza de carbón, con 5% y 10% de polvo de concreto reciclado), así como según los parámetros evaluados en cada prueba. Para ir más allá, se calcularon las medias de las mediciones tomadas en cada prueba para cada tipo de ladrillo, junto con sus desviaciones estándar, para evaluar tanto la dispersión como la confiabilidad. Además, se calcularon los rangos de variación para las propiedades medibles a fin de establecer las diferencias entre las muestras y la homogeneidad de las mediciones por grupo.

Finalmente, los resultados obtenidos se compararon con los criterios de calidad establecidos en la normativa local e internacional para ladrillos, siempre que hablen del desempeño de estos ladrillos modificados para satisfacer la demanda de construcción. Las propiedades del ladrillo se compararon con los valores requeridos correspondientes a las especificaciones relativas a resistencia, durabilidad y absorción de agua. Esta comparación nos permitió evaluar si los ladrillos con contenido de aditivos tenían potencial para aplicaciones de construcción y si podían utilizarse para mejorar la sostenibilidad de la producción de materiales de construcción. Las conclusiones incluyeron ventajas derivadas de los hallazgos del estudio, como las mayores proporciones de aditivos que deben aplicarse durante la fabricación de ladrillos para muros, de modo que las propiedades mecánicas se optimicen, teniendo en cuenta que los aspectos económicos y ambientales también deben permanecer vigentes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos de los ensayos

Este estudio presenta información detallada sobre las propiedades físico-mecánicas de ladrillos artesanales con aditivos, incluidos cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado, basada en resultados de ensayos realizados. Estos incluyeron ensayos para medir la humedad, la absorción de agua, la resistencia a compresión, la succión, la deformación y la variación dimensional; permitieron monitorear el comportamiento de ladrillos base sin modificar frente a los modificados con diversos aditivos. En general, los ladrillos con aditivos tienen mejores propiedades en términos de presiones verticales y absorción de humedad que las unidades tradicionales de arcilla (T), lo que sugiere que estos materiales sirven para mejorar las propiedades principales de los ladrillos cuando se aplican materiales de desecho reciclados.

Además, los ensayos de alabeo y variación dimensional indicaron que los ladrillos con aditivos tuvieron una menor propensidad a deformarse durante el proceso de secado, lo que los hace más estables en condiciones de humedad. La medición de la succión también mostró diferencias significativas, con los ladrillos con ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado demostrando una mayor capacidad para resistir la absorción de agua, lo que mejora su durabilidad.

4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal

a. Análisis granulométrico

Este procedimiento, es un proceso empleado hacia ala determinación de las distribuciones por tamaños de los materiales granulares, tal es la arena, polvo de concreto reciclado o ceniza de carbón. A través de esta técnica, se utiliza una serie de tamices con mallas de diferentes tamaños para separar las partículas del material en fracciones según su diámetro. El análisis granulométrico permite conocer la proporción de partículas finas y gruesas, lo cual es trascendental hacia la evaluación de la adecuación de materiales en diversos usos, ya sea en producciones de ladrillos, puesto que impacta en la densidad, trabajabilidad y propiedades finales de la unidad de arcilla.

Tabla 3

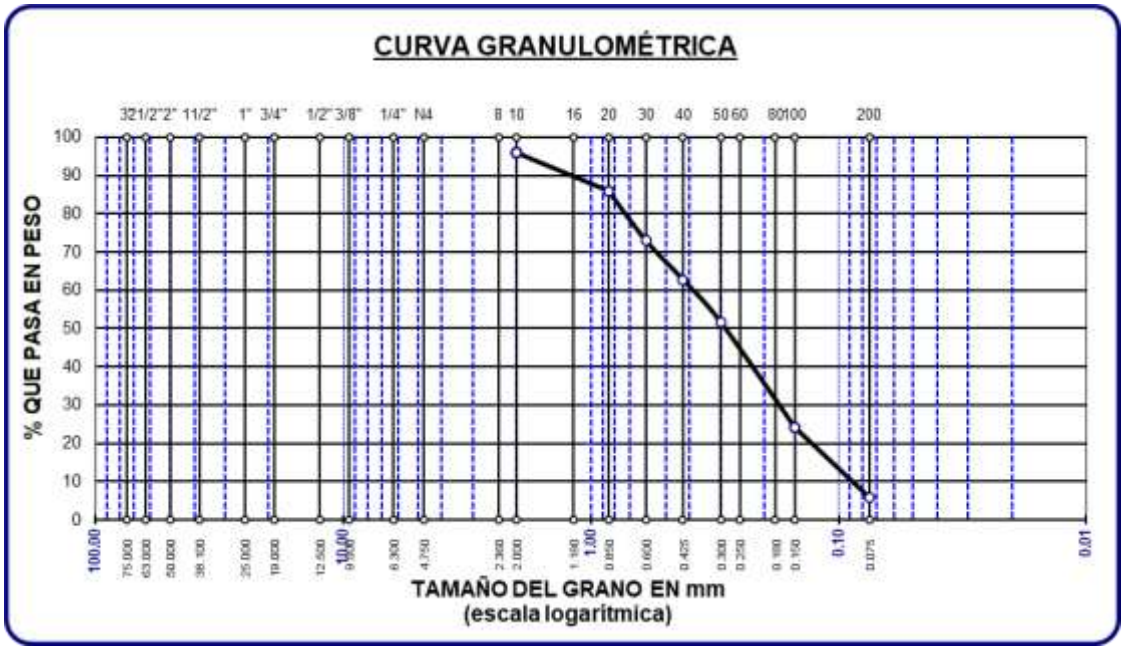
Rango de consistencia muestra-01

Tamices ASTM	Peso Retenido	%retenido Parcial	%retenido Acumulado	% que Pasa
No10	20.45	4.09	4.09	**95.91**
No20	49.86	9.97	14.06	**85.94**
No30	64.74	12.95	27.01	**72.99**
No40	51.02	10.20	37.21	**62.79**
No 50	54.96	10.99	48.21	**51.79**
No100	138.19	27.64	75.84	**24.16**
No200	91.26	18.25	94.10	**5.90**
Base	29.52	5.90	100.00	0.00
Total	500.00	100.00		
% Perdida	5.90			

La tabla anterior muestra la distribución granulométrica del material destinado a la elaboración y/o fabricación de ladrillos artesanales, para posteriormente adicionalo materiales definidos en el capitulo 3.

Figura 10

Gráfica de distribución de tamaños muestra - 01



La curva de gradación muestra una distribución aceptable, teniéndose cantidades de arcilla de buena proporción, puesto que la composición de ladrillos exige la alta incidencia de arcillas.

b. Límites de consistencia

Tabla 4

Rango de consistencia muestra-01

M - 1	%
Lim. Liq.	29.26%
Lim. Plas.	15.02%
Ind. Plas.	14.24%

El límite líquido (L.L.) indica la proporción de humedad necesaria para que el material pase de estados plásticos a líquidos. Los límites plásticos (L.P.) define las cantidades mínimas de humedad a fin de que los materiales sean manipulables sin fracturarse. El índice de plasticidad (I.P.) es la diferencia entre L.L. y L.P., reflejando la flexibilidad del material. Estos parámetros son clave para entender la trabajabilidad de materiales en la construcción, como los ladrillos.

c. Variaciones dimensionales de unidades tradicionales

Tabla 5

Coeficiente porcentual de modificación de dimensión (largos)

Unidad	Largo (cm)					
	Lado1	Lado2	Lado3	Lado4	Prom.	Var. (%)
L-1	24.98	25.12	24.92	25.14	25.04	0.16
L-2	24.92	25.14	25.08	24.92	25.02	0.06
L-3	25.08	25.21	25.22	25.07	25.15	0.58
L-4	24.83	25.14	25.17	25.24	25.10	0.38

Los resultados del lado largo mostraron que la muestra L-3 presentó el mayor promedio de desplazamiento dimensional, con un valor promedio de 25.15 cm, seguida por L-4 con 25.10 cm. Las muestras L-1 y L-2 presentaron desplazamientos promedio de 25.04 cm y 25.02 cm, respectivamente. Los valores de variación porcentual (V%) para todas las muestras fueron bastante pequeños, indicando que las muestras no experimentaron cambios significativos en sus dimensiones tras el proceso. La muestra L-3 fue la que presentó la mayor variación negativa, con un 0.58%, lo que sugiere que el comportamiento dimensional fue más estable en comparación con las otras muestras. Los valores conseguidos son esenciales hacia la evaluación de la estabilidad dimensional de los ladrillos y sus comportamientos en condiciones de humedad.

Tabla 6

Coeficiente porcentual de modificación de dimensión (anchos)

Unidad	Ancho (cm)					
	Lado1	Lado2	Lado3	Lado4	Prom.	Var. (%)
L-1	14.12	14.16	13.87	13.82	13.99	-0.05
L-2	14.11	14.07	14.15	13.82	14.04	0.27
L-3	13.91	14.22	14.17	14.23	14.13	0.95
L-4	13.92	14.15	13.83	14.27	14.04	0.30

Los resultados del lado ancho mostraron que la muestra L-2 presentó un promedio de desplazamiento de 14.04 cm, con una variación porcentual mínima de 0.27%. La muestra L-1 presentó un promedio de 13.99 cm y una variación de -0.05%, indicando una leve contracción. La muestra L-3, por otro lado, mostró el mayor desplazamiento promedio de 14.13 cm, pero con una mayor variación expansiva de 0.95%, lo que sugiere un ligero incremento en el ancho. Finalmente, la muestra L-4, con un promedio de 14.04 cm, presentó una variación de 0.30%. En general, todas las muestras demostraron una buena estabilidad dimensional, con variaciones mínimas en sus anchos, lo que es favorable para su comportamiento en condiciones de humedad en la construcción.

Tabla 7

Coeficiente porcentual de modificación de dimensión (altos)

Unidad	Alto (cm)					
	Lado1	Lado2	Lado3	Lado4	Prom.	Var. (%)
L-1	8.09	8.05	7.89	7.99	8.01	0.06
L-2	8.21	8.09	7.87	8.11	8.07	0.88
L-3	7.83	8.22	8.14	8.19	8.10	1.19
L-4	8.22	8.27	7.91	7.88	8.07	0.88

El ensayo de desplazamiento dimensional en altura midió las variaciones en las dimensiones de los ladrillos artesanales después de ser expuestos a condiciones de humedad y secado. Los resultados mostraron que la muestra L-3 presentó el mayor promedio de altura, con 8.10 cm, y una ligera variación positiva de 1.19%. La muestra L-1 tuvo un promedio de 8.01 cm y una variación menor de 0.88%, indicando una incremento mínimo en la altura. Las muestras L-2 y L-4 mostraron valores promedio de 8.07 cm para ambos casos respectivamente, con pequeñas variaciones positivas de 0.88% para ambos casos, indicando a nivel general que las variaciones son mínimas en esta cara de las unidades de ladrillo.

d. Alabeo de un ladrillo convencional

Tabla 8

Grado de alabeo en unidades convencionales de ladrillo

Unidad	Parte sup.		Parte inf.		Alabeos	
	Cónc. (mm)	Conv. (mm)	Cónc. (mm)	Conv. (mm)	Cónc. (mm)	Conv. (mm)
L.A. 1	1.77	1.59	1.53	1.58	1.65	1.60
L.A. 2	1.68	1.57	1.71	1.62		
L.A. 3	1.69	1.62	1.57	1.55		
L.A. 4	1.72	1.61	1.49	1.63		

Los resultados mostraron que la muestra L.A. 1 presentó un alabeo total de 1.62 mm, con las mayores variaciones en las caras superiores cóncavas (1.77 mm) y las caras inferiores convexas (1.58 mm). La muestra L.A. 2 tuvo un alabeo de 1.65 mm, con una variación más pronunciada en la cara inferior cóncava (1.71 mm) y una ligera diferencia en la cara superior convexa (1.57 mm). Las muestras L.A. 3 y L.A. 4 mostraron alabeos similares, de 1.61 mm, con variaciones más equilibradas entre las caras cóncava y convexa. Estos resultados son importantes para evaluar la estabilidad longitudinal de los ladrillos durante su fabricación y uso, indicando el grado de deformación que podrían experimentar bajo condiciones de humedad.

e. Absorciones de ladrillos convencionales

Tabla 9

Grado de absorción de ladrillos convencionales

Nº	Descripción	$W_{unid.\ seca}$	$W_{unid.\ saturada}$	%Absorción
1	L.A.1	3180.00	3776.00	18.74%
2	L.A.2	3118.00	3680.00	18.02%
3	L.A.3	3140.00	3708.00	18.09%
4	L.A.4	3109.00	3691.00	18.72%

Esta prueba en unidades de arcilla convencional permitió medir la capacidad de los ladrillos para retener agua al ser sumergidos. Los resultados obtenidos indicaron que la muestra L.A.1 presentó el mayor porcentaje de absorción, alcanzando un 18.74%, seguida de cerca por la muestra L.A.4, con un 13.72%. Las muestras L.A.2 y L.A.3 tuvieron porcentajes de absorción de 18.02% y 18.09%, respectivamente. Estos valores reflejan las cantidades de humedades absorbidas por cada ladrillo durante el proceso de saturación, lo cual es fundamental para evaluar su comportamiento en condiciones de humedad y su potencial durabilidad en la construcción.

f. Porcentaje de propiedades de succión en ladrillo artesanal

Tabla 10

Propiedades de succión en ladrillo artesanal

Nº	Lad. seco (gr)	Lad. saturado (gr)	W (gr)	Succión gr/cm2
L-1	3180.41	3212.05	31.64	18.08
L-2	3118.21	3150.24	32.03	18.30
L-3	3140.73	3172.17	31.44	17.97
L-4	3109.19	3141.11	31.92	18.24

Esta prueba ejecutada en unidades de arcilla artesanal evaluó la cantidad de agua absorbida por los ladrillos cuando una de sus caras se sumerge en agua durante 60 segundos, indicándose en gramos de agua absorbida por cada 200 cm² de área. Los resultados mostraron que la muestra L-2 fue la que presentó una mayor capacidad de succión, con 18.30 gr/200cm², seguida por L-4 con 18.24 gr/200cm². La muestra L-1 mostró un valor de 18.08 gr/200cm², mientras que la muestra L-3 tuvo el valor más bajo con 17.97 gr/200cm². Estos datos reflejan las capacidades de cada ladrillo hacia la absorción de humedad, un aspecto importante para evaluar su comportamiento en condiciones de humedad y su posible influencia en la durabilidad de las estructuras en las que se utilicen.

g. Resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal

Tabla 11

Parámetro de resistencia de ladrillos artesanales

Muestra	Largos (cm)	Anchos (cm)	Areas (cm2)	Carga (kg.)	Carga f'c (kg/cm2)
Lad- 1	25.0	14.0	350.0	15815	45.19
Lad- 2	25.0	14.0	350.0	15960	45.60
Lad- 3	25.0	14.0	350.0	16004	45.73
Lad- 4	25.0	14.0	350.0	15895	45.41
promedio					**45.48**

Los resultados mostraron que la muestra L-3 presentó el mayor esfuerzo a cargas, con un valor de 45.73 kg/cm², seguida de cerca por la muestra L-2 con 45.60 kg/cm². La muestra L-4 tuvo una carga de 45.41 kg/cm², mientras que la muestra L-1 presentó la carga más baja, con 45.19 kg/cm².

4.1.2 Propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado

4.1.2.1. Variación dimensional del ladrillo modificado con CC y PCR (5% y 10%)

Tabla 12

Coeficiente porcentual de modificación dimensional de LA

Testigo	LARGO		promedio de variación	ANCHO		promedio de variación	ALTO		promedio de variación
	Promedio	v (%)		Promedio	v (%)		Promedio	v (%)	
test. natural	25.04	0.16	0.29%	13.99	-0.05	0.37%	8.01	0.06	0.75%
	25.02	0.06		14.04	0.27		8.07	0.88	
	25.15	0.58		14.13	0.95		8.10	1.19	
	25.10	0.38		14.04	0.30		8.07	0.88	

La muestra sin aditivos (test. natural), presenta un Largo promedio de variación fue de 0.29%, con las dimensiones variando ligeramente entre las muestras, en el Ancho se observó una media de variación de 0.37%, lo que refleja un bajo cambio en esta dimensión, y en el Alto la media de variación fue de 0.75%, mostrando un cambio en altura.

Tabla 13

Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% CC

Testigo	LARGO		promedio de variación	ANCHO		promedio de variación	ALTO		promedio de variación
	Promedio	v (%)		Promedio	v (%)		Promedio	v (%)	
test. + 5% CC	25.02	0.07	0.27%	14.32	2.29	1.21%	8.12	1.50	1.16%
	25.08	0.31		14.07	0.52		8.05	0.66	
	25.09	0.34		14.15	1.04		8.09	1.13	
	25.09	0.34		14.14	1.02		8.11	1.34	

La muestra con 5% de ceniza de carbón (test. + 5% CC), presenta un Largo: Se observó un promedio de variación de 0.27%, indicando un leve aumento en el cambio de tamaño, Ancho: El promedio de variación fue de 1.21%, reflejando una expansión considerable en esta dimensión, y Alto: La variación promedio fue de 1.16%, mostrando una leve deformación en la altura.

Tabla 14

Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 10% CC

Testigo	LARGO		Promedio de variación	ANCHO		Promedio de variación	ALTO		Promedio de variación
	Promedio	v (%)		Promedio	v (%)		Promedio	v (%)	
test. + 10% CC	25.05	0.19	0.19%	14.06	0.41	0.52%	8.07	0.88	0.59%
	25.08	0.31		14.18	1.29		8.04	0.44	
	25.04	0.16		14.02	0.14		8.06	0.75	
	25.03	0.12		14.04	0.25		8.03	0.31	

Las muestras con 10% de ceniza de carbón (test. + 10% CC), presenta un Largo: La variación fue de 0.19%, lo que muestra un leve aumento en la deformación, Ancho: La variación en ancho aumentó a 0.52%, lo que muestra un cambio considerable en la dimensión, y Alto: El promedio fue de 0.59%, indicando una mayor deformación en la altura.

Tabla 15

Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% PCR

Testigo	LARGO		promedio de variación	ANCHO		promedio de variación	ALTO		promedio de variación
	Promedio	v (%)		Promedio	v (%)		Promedio	v (%)	
test. + 5% PCR	25.12	0.46	0.37%	14.00	0.02	0.22%	8.07	0.91	0.62%
	25.05	0.21		14.03	0.23		8.06	0.75	
	25.19	0.77		14.05	0.36		8.06	0.69	
	25.01	0.05		14.04	0.27		8.01	0.16	

Las muestras con 5% de polvo de concreto reciclado (test. + 5% PCR), presenta un Largo: El promedio de variación fue de 0.37%, un aumento en la deformación en comparación con las muestras anteriores, Ancho: Se observó una variación de 0.22%, lo que muestra una ligera expansión, y Alto: La variación fue de 0.62%, lo que indica una gran deformación en la altura.

Tabla 16

Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% PCR

Testigo	LARGO		promedio de variación	ANCHO		promedio de variación	ALTO		promedio de variación
	Promedio	v (%)		Promedio	v (%)		Promedio	v (%)	
test. + 10% PCR	25.11	0.42	0.33%	14.03	0.20	0.28%	8.02	0.19	0.45%
	25.03	0.12		14.04	0.27		8.05	0.63	
	25.13	0.50		14.06	0.45		8.05	0.66	
	25.07	0.28		14.03	0.21		8.03	0.34	

Las muestras con 10% de polvo de concreto reciclado (test. + 10% PCR), presenta un Largo: El promedio de variación fue de 0.33%, con una ligera expansión en esta dimensión, Ancho: La variación en ancho fue de 0.28%, mostrando una expansión similar a las muestras con ceniza de carbón, y Alto: La variación fue de 0.45%, la más baja en esta serie de muestras.

Tabla 17

Coeficiente porcentual de modificación dimensional con 5% PCR

	Variaciones promedio (%)		
Grupo	**Largo**	**Ancho**	**Alto**
LA	0.29%	0.37%	0.75%
LA+5%CC	0.27%	1.21%	1.16%
LA+10%CC	0.19%	0.52%	0.59%
LA+5%PCR	0.37%	0.22%	0.62%
LA+10%PCR	0.33%	0.28%	0.45%

Estos resultados muestran cómo la adición de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado afecta las propiedades dimensionales de los ladrillos. Se observa que los ladrillos con mayor proporción de aditivos presentan una menor variabilidad, especialmente en el largo y ancho, lo que indica que los aditivos influyen en el comportamiento dimensional de los ladrillos, haciéndolos más propensos a deformaciones durante el proceso de secado.

Figura 11

Variación porcentual del cambio dimensional en el largo

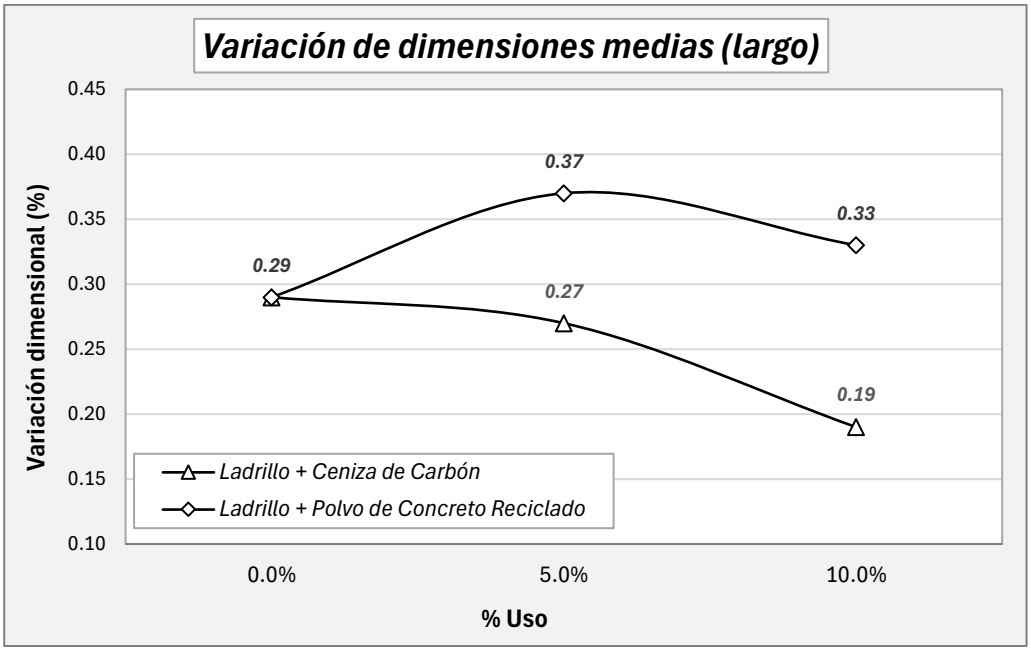


Figura 12

Variación porcentual del cambio dimensional en el ancho

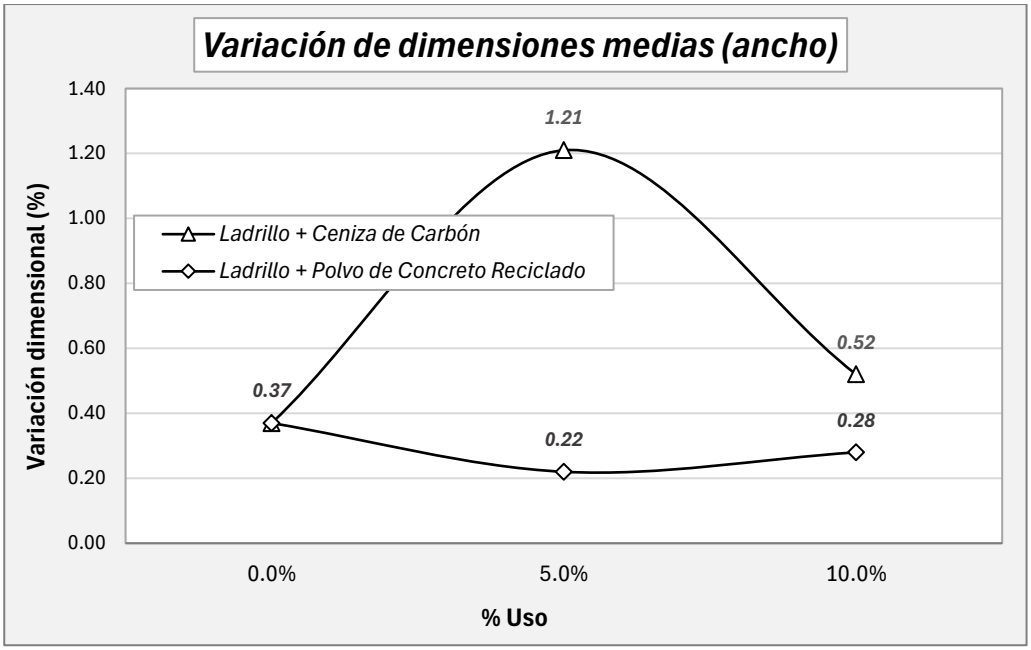
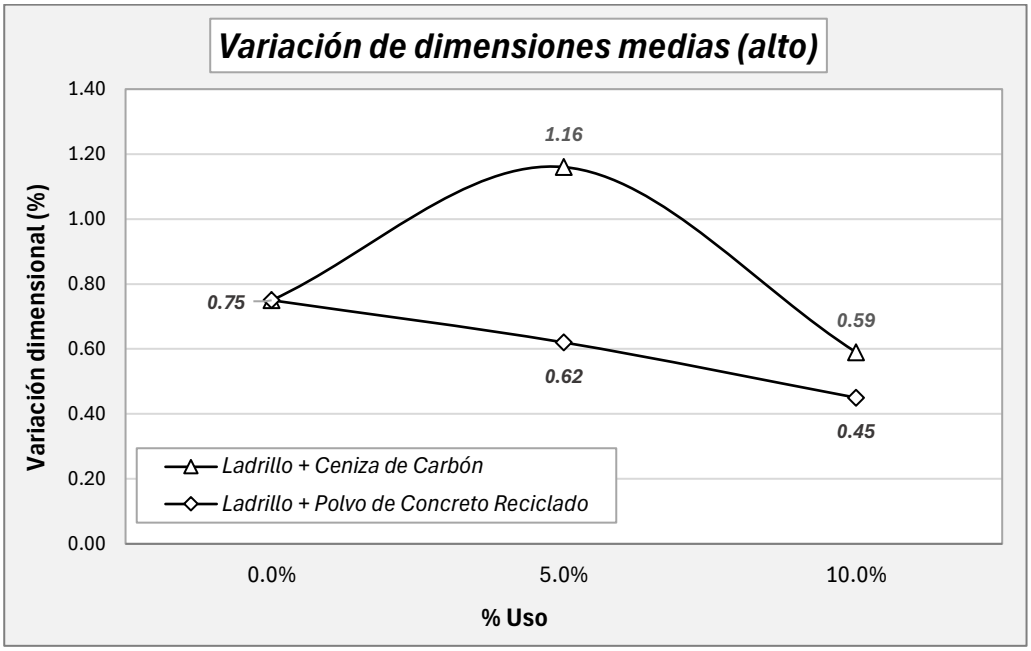


Figura 13

Variación porcentual del cambio dimensional en el alto



En la muestra sin aditivos (test. natural), la variación en largo fue de 0.29%, en ancho fue de 0.37% y en alto de 0.75%, lo que indica una deformación mínima en todas las

dimensiones. Al agregar 5% de ceniza de carbón (test. + 5% CC), la variación en largo aumentó a 0.27%, en ancho a 1.21%, y en alto a 1.16%, mostrando una mayor expansión en el largo y ancho. Con 10% de ceniza de carbón (test. + 10% CC), la variación en largo fue de 0.19%, la más baja entre todas las muestras, mientras que el ancho mostró una variación de 0.52% y la altura una de 0.59%. En las muestras con 5% de polvo de concreto reciclado (test. + 5% PCR), las variaciones fueron menores, con un 0.37% en largo, 0.22% en ancho y 0.62% en alto, lo que refleja un efecto moderado de este aditivo. Finalmente, con 10% de polvo de concreto reciclado (test. + 10% PCR), la variación en largo fue de 0.33%, en ancho de 0.28%, y en alto de 0.45%.

4.1.2.2. Alabeo del ladrillo con CC y PCR (5% y 10%)

Los resultados experimentales permiten observar cómo la utilización de cenizas de carbón (CC) y polvo de concreto reciclado (PCR) afecta el alabeo en ladrillos artesanales, tanto en su curvatura cóncava como convexa.

Tabla 18

Alabeo de los ladrillos con incorporación de CC (5% y 10%)

Testigo	Alabeo (mm)		Promedio	
	Cóncavo	Convexo	Cónc. (mm)	Conv. (mm)
Test. + 5% CC	1.47	1.68	**1.62**	**1.64**
	1.75	1.62		
	1.45	1.87		
Test. + 10% CC	1.82	1.38	**1.52**	**1.44**
	1.37	1.33		
	1.39	1.53		
	1.64	1.48		
	1.66	1.45		

Al incorporar un 5% de ceniza de carbón, los promedios de alabeo incrementan a 1.62 mm (cóncavo) y 1.64 mm (convexo), mientras que al aumentar la proporción a 10% de CC, se registran valores promedio de 1.52 mm y 1.44 mm respectivamente. Estos resultados indican que la presencia de ceniza de carbón incrementa y luego reduce la tendencia al alabeo, siendo más notable en la superficie convexa con el 10% de adición.

Tabla 19

Alabeo de los ladrillos con incorporación de PCR (5% y 10%)

Testigo	Alabeo (mm)		Promedio	
	Cóncavo	Convexo	Cónc. (mm)	Conv. (mm)
test. + 5% PCR	1.25	1.48	**1.42**	**1.54**
	1.43	1.42		
	1.36	1.57		
test. + 10% PCR	1.66	1.70	**1.41**	**1.48**
	1.32	1.36		
	1.34	1.69		
	1.54	1.53		
	1.43	1.34		

En el caso de los ladrillos modificados con polvo de concreto reciclado, la tendencia es ligeramente distinta. Con un 5% de PCR, los valores promedios son de 1.42 mm para la cara cóncava y 1.54 mm para la convexa, evidenciando una disminución en comparación con los testigos. Sin embargo, al incrementar a 10% de PCR, el alabeo promedio en la superficie cóncava sube a 1.41 mm y en la convexa a 1.48 mm, sugiriendo que un exceso de este aditivo podría ser favorable para el control dimensional.

Tabla 20

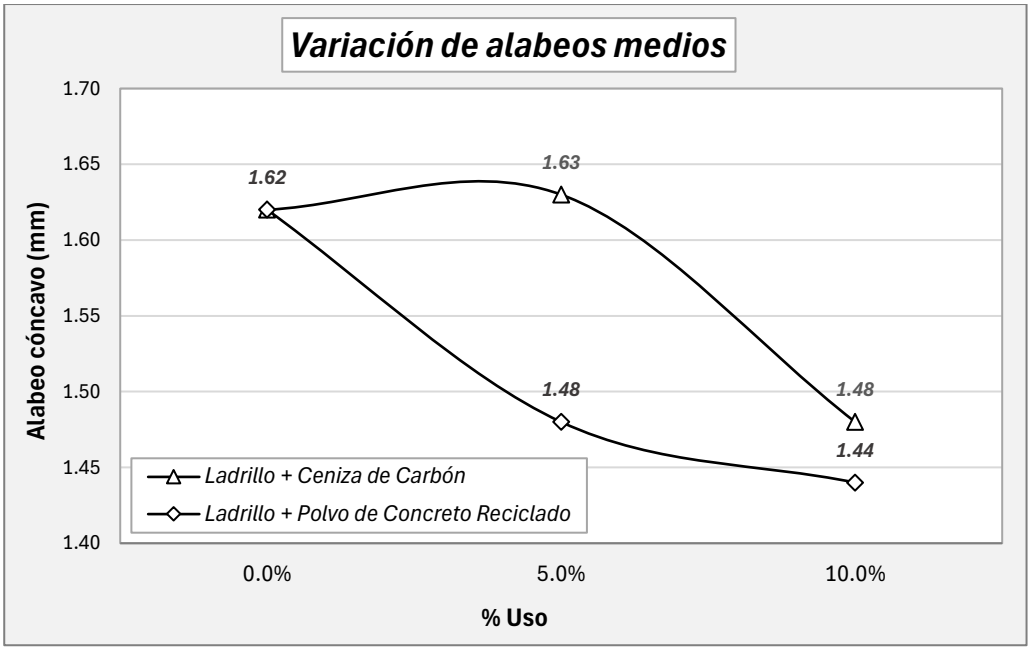
Alabeo de los ladrillos con incorporación de CC y PCR (5% y 10%)

	Variaciones promedio (mm)		
Grupo	**Cónc. (mm)**	**Conv. (mm)**	**Promedio (mm)**
LA	1.65	1.60	1.62
LA+5%CC	1.62	1.64	1.63
LA+10%CC	1.52	1.44	1.48
LA+5%PCR	1.42	1.54	1.48
LA+10%PCR	1.41	1.48	1.44

Estos resultados muestran que tanto la ceniza de carbón como el polvo de concreto reciclado tienen un impacto medible en la planitud de los ladrillos, siendo la reducción del alabeo más consistente cuando se utiliza el polvo de concreto reciclado, especialmente en la proporción del 10%.

Figura 14

Visualización numérica de la deformación por alabeo



En la visualización numérica se comparan los valores promedios de alabeo, tanto cóncavo como convexo, obtenidos en diferentes formulaciones de ladrillos artesanales. Los datos muestran que, en su estado natural, los ladrillos alcanzan 1.65 mm de alabeo cóncavo y 1.60 mm convexo. Al introducir 5% de ceniza de carbón, se evidencia una reducción en ambas mediciones: el valor cóncavo disminuye a 1.62 m y el convexo a 1.64 mm, mientras que al aumentar la proporción de ceniza de carbón al 10%, se registra alabeos cóncavos de 1.52 mm y uno convexo de 1.44 mm, resaltando la eficacia de este aditivo para controlar la deformación superficial. Por otro lado, la incorporación de 5% de polvo de concreto reciclado arroja un promedio cóncavo de 1.42 mm y convexo de 1.54 mm, mientras que con 10% de PCR, los valores se ubican en 1.41 mm para la superficie cóncava y 1.48 mm para la convexa. Estos resultados permiten visualizar con claridad que la ceniza de carbón es más efectiva para disminuir el alabeo convexo, especialmente a dosis más altas, mientras que el uso de polvo de concreto reciclado requiere un ajuste en la dosificación para mantener el control dimensional de los ladrillos.

4.1.2.3. Absorción de ladrillo estabilizado CC y PCR (5% y 10%)

Tabla 21

Grado de absorción en ladrillos estabilizados con CC (5% y 10%)

Grupo	M1	M2	M3	M4	Absorción media
LA + 5% CC	16.61	16.34	15.97	16.18	**16.28%**
LA + 10% CC	14.37	14.39	14.76	14.26	**14.45%**

Las muestras sin aditivos (test. natural) presentaron un promedio de absorción de 18.39%. Las muestras con 5% de ceniza de carbón mostraron una absorción promedio de 16.28%, mientras que las muestras con 10% de ceniza de carbón tuvieron una absorción promedio de 14.45%, lo que indica que ambos grupos de experimentación aportan a la reducción de la absorción de la unidades de ladrillos.

Tabla 22

Grado de absorción en ladrillos estabilizados con PCR (5% y 10%)

Grupo	M1	M2	M3	M4	Absorción media
LA + 5% PCR	15.21	15.32	15.09	15.30	**15.23%**
LA + 10% PCR	13.60	14.19	13.25	14.02	**13.77%**

Al agregar polvo de concreto reciclado, la absorción promedio redujo aún más, alcanzando un 15.23% con 5% de PCR y un 13.77% con 10% de PCR. Estos resultados evidencian que los aditivos aportan a la capacidad de reducir la absorción de los ladrillos, lo cual es importante para evaluar su comportamiento en condiciones de resistencia; por lo que, se indica que ambos grupos de experimentación aportan a la reducción de la absorción de la unidades de ladrillos

Tabla 23

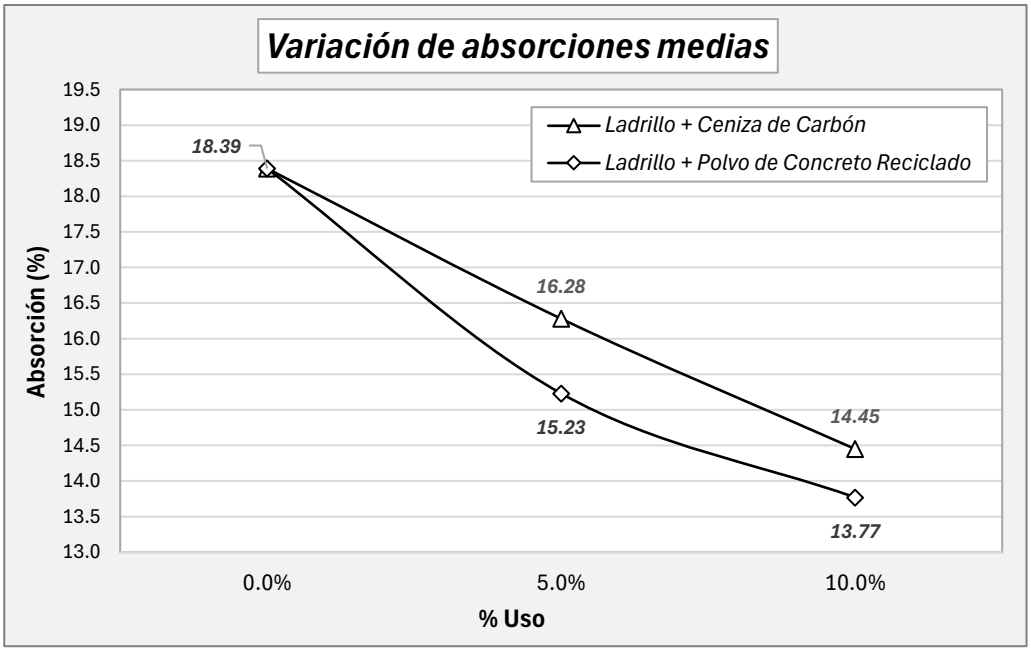
Comparación de grado de absorción en ladrillos con y sin modificar

Variaciones promedio (%)	
Grupo	**Abs. promedio (%)**
LA	18.39
LA+5%CC	16.28
LA+10%CC	14.45
LA+5%PCR	15.23
LA+10%PCR	13.77

Los valores mostrados, corresponden a los promedios de cada grupo de prueba, mismos que representan los datos generales en cuanto al atributo de absorción.

Figura 15

Cifra de absorción en unidades estabilizadas de ladrillo



La muestra sin aditivos (test. natural) presentó un promedio de absorción de 18.39%. Al agregar ceniza de carbón, las muestras con 5% y 10% de ceniza de carbón mostraron una reducción en la absorción, alcanzando 16.28% y 14.45%, respectivamente. Las muestras con polvo de concreto reciclado también mostraron una reducción considerable, con 5% de PCR alcanzando 15.23% y 10% de PCR llegando al 13.77%.

4.1.2.4. Succión de ladrillo con CC y PCR (5% y 10%)

Tabla 24

Potencial de succión en ladrillos estabilizados con CC (5% y 10%)

Grupo	M1	M2	M3	M4	Succión media
LA + 5% CC	16.53	16.59	16.52	16.54	**16.55**
LA + 10% CC	14.82	14.81	14.58	15.13	**14.83**

La muestra sin aditivos (test. natural) presentó un promedio de succión de 18.15%. Al añadir ceniza de carbón, las muestras con 5% y 10% de ceniza mostraron una reducción en la succión, alcanzando promedios de 16.55% y 14.83%, respectivamente; en tanto, dichos valores indican que la aplicación de cenizas de carbón tiene un efecto positivo sobre la succión de humedad de las unidades de ladrillos, puesto que conforme se incrementa las cenizas, las succiones reducen en gran medida.

Tabla 25

Potencial de succión en ladrillos estabilizados con PCR (5% y 10%)

Grupo	M1	M2	M3	M4	Succión media
LA + 5% PCR	15.29	15.32	15.47	15.24	**15.33**
LA + 10% PCR	13.22	12.95	13.02	13.03	**13.06**

Las muestras con polvo de concreto reciclado también presentaron una menor succión, con 5% de PCR alcanzando 15.33% y 10% de PCR llegando al 13.06%. Estos resultados indican que la incorporación de aditivos disminuye las capacidades de succión de humedad de los ladrillos, lo que es crucial para evaluar su desempeño en condiciones de resistencia; en tal sentido, la utilización de polvo de concreto sobre la mezcla de ladrillos reduce progresivamente conforme se incrementa la cantidad de dicho material, lo que indica su aporte positivo en dicho atributo.

Tabla 26

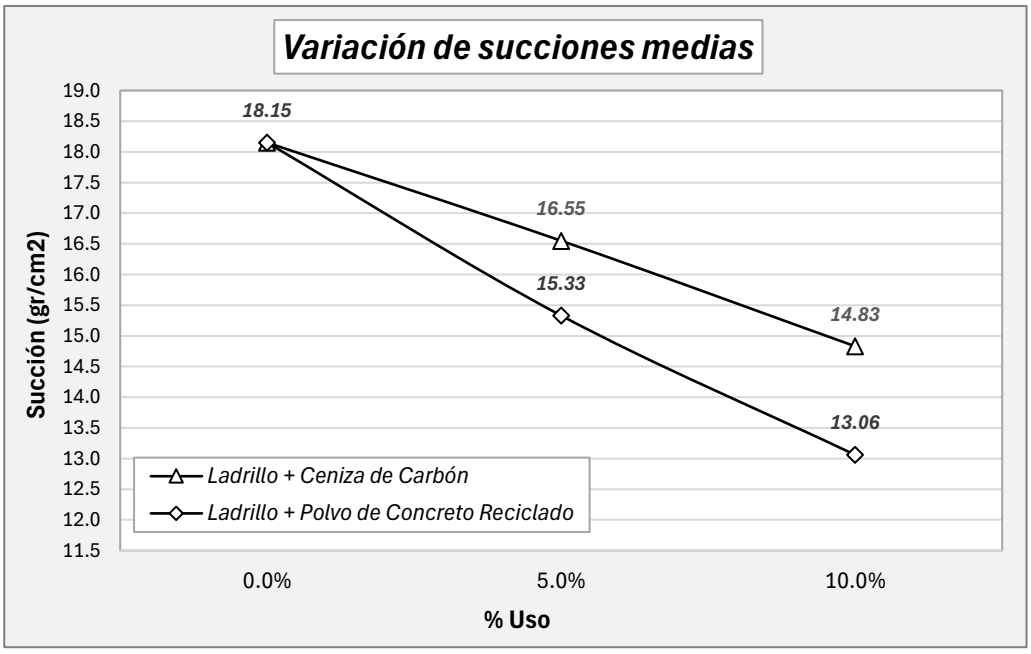
Comparación de grado de succión en ladrillos con y sin modificar

Variaciones promedio	
Grupo	**Succ. promedio (gr/cm2)**
LA	18.15
LA+5%CC	16.55
LA+10%CC	14.83
LA+5%PCR	15.33
LA+10%PCR	13.06

Los valores mostrados, corresponden a los promedios de cada grupo de prueba, mismos que representan los datos generales en cuanto al atributo de succión.

Figura 16

Comportamiento de succión en ladrillo estabilizado



La muestra sin aditivos (test. natural) presentó una succión media de 18.15 gr/200 cm². Las muestras con ceniza de carbón mostraron una reducción en la succión, alcanzando 16.55 gr/200 cm² con 5% de ceniza y 14.83 gr/200 cm² con 10% de ceniza. Las muestras con polvo de concreto reciclado también redujeron la succión, alcanzando 15.33 gr/200 cm² con 5% de PCR y 13.06 gr/200 cm² con 10% de PCR. Estos resultados indican que los aditivos mejoran significativamente la capacidad de succión de agua de los ladrillos.

4.1.3 Influencia de la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado sobre la resistencia a la compresión.

Los cuadros muestran los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos estabilizados con diferentes aditivos y proporciones, expresados en kilogramos por centímetro cuadrado. En el caso de los ladrillos sin ningún aditivo, se observó un esfuerzo medio de 45.48 kg/cm², sirviendo como referencia para evaluar el efecto de las modificaciones en la mezcla.

Tabla 27

Valores de esfuerzo a compresión de ladrillos con CC (5% y 10%)

Grupo	M1	M2	M3	M4	Esf. Medio (kg/cm2)
LA + 5% CC	48.11	47.62	47.88	47.46	**47.77**
LA + 10% CC	51.50	51.67	51.75	51.20	**51.53**

Al incorporar ceniza de carbón en 5%, el esfuerzo medio experimenta un incremento hasta 47.77 kg/cm², mientras que con una dosificación del 10% de este mismo aditivo, se alcanza el mayor valor registrado en el ensayo, con una media de 51.53 kg/cm², superando lo especificado según norma para ladrillo de Tipo I.

Tabla 28

Valores de esfuerzo a compresión de ladrillos con PCR (5% y 10%)

Grupo	M1	M2	M3	M4	Esf. Medio (kg/cm2)
LA + 5% PCR	48.55	48.86	48.72	48.81	**48.74**
LA + 10% PCR	52.81	52.86	53.02	53.14	**52.96**

Por otro lado, la adición de polvo de concreto reciclado en proporciones de 5% y 10% genera resistencias medias de 48.74 kg/cm² y 52.96 kg/cm² respectivamente, evidenciando que ambos materiales estabilizantes contribuyen a mejorar el comportamiento mecánico de los ladrillos, y en mayor media el polvo de concreto.

Tabla 29

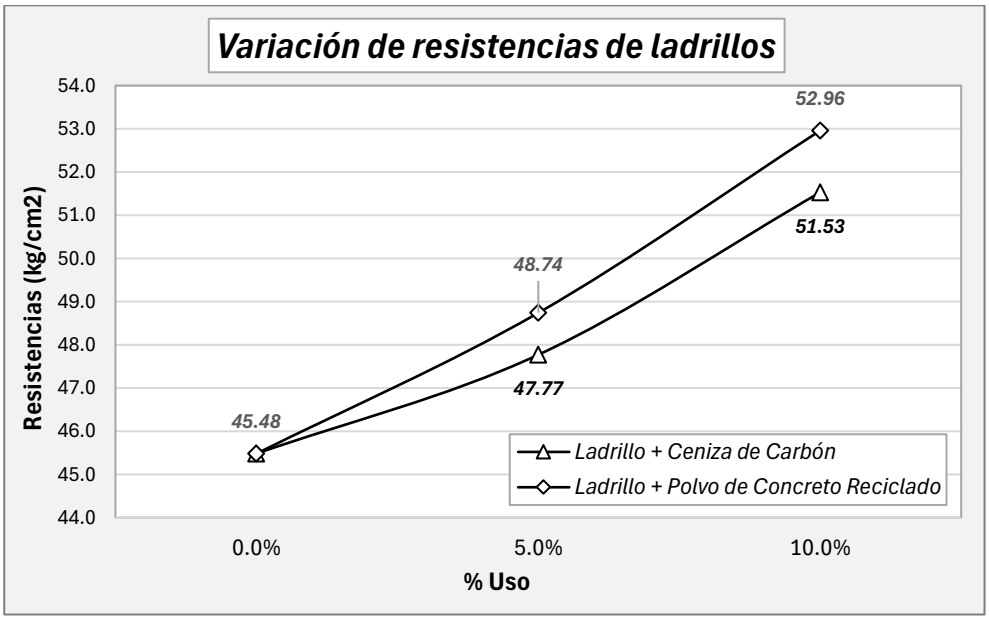
Comparación de grado de succión en ladrillos con y sin modificar

Variaciones promedio (km/cm2)	
Grupo	**Esf. medio (kg/m2)**
LA	45.48
LA+5%CC	47.77
LA+10%CC	51.53
LA+5%PCR	48.74
LA+10%PCR	52.96

En general, los resultados confirman que el empleo de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado en la producción de ladrillos artesanales incrementa significativamente la resistencia a compresión, con los mayores beneficios observados cuando se emplea 10% de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado.

Figura 17

Fuerzas compresivas soportados por los ladrillos estabilizados



En la representación gráfica de la resistencia media a la compresión de los ladrillos estabilizados, se aprecia cómo las distintas combinaciones de aditivos aportan el desempeño mecánico de las muestras. Los ladrillos fabricados sin modificaciones

alcanzan una resistencia media de 45.48 kg/cm², situándose en el rango más bajo del conjunto analizado. Al añadir un 5% de ceniza de carbón, este valor se eleva a 47.77 kg/cm², y con una proporción del 10%, la resistencia sube aún más hasta 51.53 kg/cm², evidenciando la efectividad de este material como refuerzo. De manera similar, la inclusión de polvo de concreto reciclado en la mezcla produce mejoras notables: un 5% de PCR permite alcanzar 48.74 kg/cm², mientras que la máxima resistencia registrada corresponde al uso del 10% de este aditivo, llegando a 52.96 kg/cm². Estos valores demuestran que tanto las cenizas de carbón como el polvo de concreto reciclado contribuyen al fortalecimiento de los ladrillos artesanales, siendo especialmente significativa la mejora cuando se incrementa la dosificación del polvo de concreto reciclado.

4.2 Discusión de resultados

El análisis comparativo de los valores alcanzados permite observar con claridad el impacto significativo que tienen tanto las cenizas de carbón como los polvos de concretos reciclados en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales producidos localmente. A lo largo de los ensayos realizados, se evidencia que la incorporación controlada de estos aditivos no solo altera favorablemente el comportamiento del material frente a cargas de compresión, sino que también influye en la estabilidad dimensional, contribuyendo a la calidad final de las piezas.

Uno de los aspectos más relevantes es la evolución de la resistencia a la compresión en función de los diferentes porcentajes de aditivos utilizados. Los ladrillos fabricados sin ningún tipo de estabilizante muestran valores de referencia que, aunque aceptables para ciertos usos, quedan por debajo de los obtenidos con la integración de materiales alternativos. Al incorporar cenizas de carbón en 5%, se observa un aumento apreciable en la resistencia media, tendencia que se refuerza aún más al elevar la proporción al 10%. Este patrón sugiere que la ceniza de carbón actúa no solo como

material de relleno, sino también como agente que favorece una mejor compactación y una mayor cohesión entre las partículas de la mezcla cerámica.

El polvo de concreto reciclado muestra una dinámica similar, pero con incrementos todavía más notables en los valores de resistencia a compresión cuando se utiliza en una proporción del 10%. Este resultado destaca la capacidad de este subproducto de la construcción para conferir mayor robustez y durabilidad a los ladrillos, posiblemente gracias a la presencia de partículas finas que mejoran la interconexión de la matriz y aportan compuestos minerales adicionales durante el proceso de cocción. Así, la reutilización de desechos de concreto no solo resuelve una problemática ambiental, sino que aporta valor agregado a la fabricación artesanal de materiales de construcción en la región.

En cuanto al alabeo, se observa que ambos aditivos disminuyen las deformaciones superficiales que ocurren durante el secado y la cocción. El uso de proporciones más altas de cenizas de carbón de lo que has incluido es especialmente eficaz aquí para controlar el alabeo convexo. Sin embargo, mientras que el polvo de concreto reciclado también disminuye en general los valores de alabeo, si se añade en exceso aumentará ligeramente la deformación, lo que indica que puede ser necesario modificarlo con la dosificación adecuada para beneficiarse tanto de las características de resistencia como de la estabilidad dimensional.

El análisis integrado de los datos experimentales evidencia que la utilización de residuos industriales y de la construcción no solo es viable, sino también recomendable para mejorar la calidad de las unidades de arcilla artesanal producida en la provincia de San Román. Además del fortalecimiento mecánico y la estabilidad dimensional, esta estrategia fomenta la gestión sostenible de residuos y reduce la presión sobre los recursos naturales, aportando así a la economía circular en la región.

En tal sentido, los valores conseguidos confirman que la ceniza de carbón y el polvo de concreto reciclado pueden emplearse de manera efectiva como estabilizantes en la producción de ladrillos artesanales, con impactos positivos en el esfuerzo a presiones

axiales, además de la reducción del alabeo. Se recomienda continuar con la investigación para optimizar las proporciones y procedimientos de mezcla, así como realizar estudios a escala piloto en condiciones reales de fabricación y uso, con el fin de consolidar estas alternativas como parte de la oferta tecnológica para la construcción sostenible en San Román y otras localidades similares.

CONCLUSIONES

General, la aplicación de cenizas de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones de hasta 10% en la fabricación de ladrillos artesanales en San Román genera progresos significativos en el esfuerzo a cargas axiales, sin comprometer la estabilidad dimensional del producto. Además, estos materiales disminuyen la capacidad de absorciones y succiones de humedad, sus efectos sobre el alabeo y la variación dimensional permanecen dentro de rangos aceptables para la construcción.

Primero, los aspectos físicos y mecánicos de las unidades de arcilla artesanal producidos en la provincia de San Román, en su estado natural, se presenta una granulometría regular con IP de 14.24% en los materiales para elaborar unidades de ladrillos, en términos de estabilidad dimensional, las variaciones de largo, ancho y alto no superaron el 0.29%, 0.37% y 0.75% respectivamente, mientras que la absorción de agua presentó valores promedio de 18.39%, y el alabeo promedio fue de 1.65 mm (cóncavo) y 1.60 mm (convexo); asimismo, se alcanzó una resistencia a la compresión promedio de 45.48 kg/cm².

Segundo, la incorporación de ceniza de carbón (CC) y polvo de concreto reciclado (PCR) modificó sustancialmente las propiedades físicas de los ladrillos, el uso de estos aditivos no provocó una alteración significativa en la estabilidad dimensional, manteniéndose las variaciones por debajo de 1% en todas las dimensiones principales, el alabeo se redujo mínimamente conforme se aumentaba la cantidad de cenizas y polvo hasta 1.48 mm y 1.44 mm respectivamente, en la absorción de agua, los valores se redujeron según la dosificación, llegando a promedios de 14.45% (10% CC) y 13.77% (10% PCR), en cuanto a la succión de agua también reflejó reducciones, con promedios de 14.83% y 13.06% para las mismas proporciones, lo que indica un aporte significativo sobre las propiedades físicas de las unidades de ladrillos.

Tercero, respecto a la resistencia a la compresión se incrementó notablemente al emplear aditivos como las cenizas y polvo de concreto, el grupo de control alcanzó 45.48 kg/cm², mientras que con 10% de ceniza de carbón de obtuvo 51.53 y con 10% de polvo de concreto reciclado se alcanzó 52.96 kg/cm², superando en ambos casos al ladrillo sin aditivos, asimismo con dichas dosificaciones se superan las especificaciones de la norma E0.70 de ladrillos de Tipo I.

RECOMENDACIONES

General, se recomienda fomentar la integración de materiales reciclados como ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en la industria local de la construcción, priorizando investigaciones complementarias sobre su comportamiento a largo plazo, durabilidad frente a ciclos de humedad-sequía y compatibilidad con otros materiales empleados en la zona.

Primera, se sugiere mantener la caracterización detallada de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales locales como línea base, y realizar periódicamente ensayos de control de calidad para asegurar que la materia prima y el proceso de producción conserven los parámetros óptimos identificados.

Segundo, se recomienda al emplear ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado, controlar cuidadosamente la dosificación y monitorear el contenido de humedad y la absorción de agua en cada lote producido. Para futuros estudios, sería pertinente evaluar el comportamiento a largo plazo de la succión de agua bajo condiciones ambientales variables, así como explorar la influencia de otros residuos o aditivos alternativos.

Tercero, se recomienda continuar los ensayos de resistencia mecánica con diferentes proporciones de aditivos y condiciones de curado, prestando especial atención a los efectos sobre el alabeo en diferentes etapas del secado y la cocción. Asimismo, conviene investigar el desempeño estructural de los ladrillos en obras reales, validando los resultados experimentales en situaciones de servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña Vásquez, R. (2014). Características técnicas del ladrillo artesanal del caserío El Frutillo—Bambamarca—Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/613

Alcalde, R. (2023). *Resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos ecológicos tipo lego variando los porcentajes de tierra, cemento y yeso 2022*. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36447

Benítez-Vivas, J. F., Mosquera-Idrobo, L. F., Torres-Agredo, J., Benítez-Vivas, J. F., Mosquera-Idrobo, L. F., y Torres-Agredo, J. (2023). Evaluación de un residuo de la combustión de carbón como reemplazo parcial de arena en la producción de ladrillos cerámicos. *Tecnura*, *27*(78), 103-122. https://doi.org/10.14483/22487638.19956

Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., y Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, *27*(75), 140-174. https://doi.org/10.14483/22487638.19171

Couto, Á. F. do, Nogueira, G. S. F., Sandoval, G. F. B., Schwantes-Cezario, N., y Morales, G. (2019). Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *DYNA*, *86*(208), 264-270.

Cribillero Nizama, R. A., y Quiñones Oliva, Y. Y. (2021). *Resistencia a comprensión de ladrillo adicionando al cemento 3% ceniza de Carbón y 9% de ceniza de concha de abanico*. Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67633

Cruz Borda, Y., y Perlacios Quispesayhua, M. J. (2021). Analisis comparativo de la mezcla de yeso—Eps y arcilla – eps para mejorar el comportamiento térmico en vivienda-

Puno 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60562

Delgado Ramos, L. J. (2021). Propiedades físicas y mecánicas del concreto F´c = 245 Kg/cm2 elaborado con ladrillo triturado y concreto reciclado, Trujillo, La Libertad. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91084

Estrada Perez, J. C. J. (2023). Incidencia de la ceniza de eucalipto en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/122091

Gutierrez Berlanga, B. A., y Miranda Lesma, J. L. (2025). *Ladrillos ecológicos elaborados con concreto de demolición y polvo de vidrio reciclado*. https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/0ca8f5c0-637f-4783-816a-5e1726c29198

Huamán, G., y Yesica, J. (2019). Diseño de Ladrillo Artesanal con Vidrio Triturado y Puzolana para Mejorar sus Propiedades Físico—Mecánicas. *Repositorio Institucional - UPLA*. https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/796

Lopez Salazar, D. S. (2023). Resistencia a compresión y flexión de ladrillos king concreto convencional frente a ladrillos con aditivos inorgánicos y orgánicos, Ambo—Huanuco, 2022. *Universidad de Huánuco*. http://localhost:8080/xmlui/handle/20.500.14257/4584

Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., y Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. En *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudi.b.080

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

Naciri, K., Aalil, I., y Chaaba, A. (2022). Mortero de yeso-cal ecológico con incorporación de ladrillo de desecho reciclado. *Construction and Building Materials*, *325*, 126770. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126770

Neil, Praburanganathan, Reddy, S., y P. (2023, junio 3). *Interaction of anthracite coal ash and Archis hypogaea shell ash on an innovative brick: An experimental and simulation study* [Text]. Taylor and Francis Ltd. https://www.ingentaconnect.com/content/tandf/ijcpu/2023/00000043/00000006/art00002

Ojeda, D. P. C. (2020). *Universo, población y muestra*.

Olortegui Guadalupe, P. E. (2022). Análisis de resistencia del concreto f´c=210 kg/cm2 añadiendo cenizas de eucalipto y ladrillo molido reciclado de arcilla, Lima – 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/127504

Perez, F., y Larissa, G. (2021). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional basado en las normas OHSAS 18001 en la empresa Sedapal—2018*. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4412

Poémape, R., y Patricia, N. (2017). Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico – Distrito de Santa – Ancash – 2017. *Universidad César Vallejo*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12238

Quispe Alca, J. F., y Rojas Pineda, C. M. (2023). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo V sustituyendo parcialmente la arcilla por ceniza de carbón vegetal, Chimbote – 2022*. Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112746

Rebaza Paredes, W. C., y Quispe Basilio, M. D. (2023). *Influencia de las cenizas de carbón de piedra en las propiedades físicomecánicas de un ladrillo ligero en el distrito de Quiruvilca – Santiago de Chuco.* https://dspace.unitru.edu.pe/items/ea2dcb3d-ba3d-4358-9a8c-d6af90fe8c68?utm_source=chatgpt.com

Retamozo Mallma, R. T., y Tecsi Huarancca, J. (2024). Influencia de la adición de ceniza de eucalipto, fibra de caña de azúcar y bentonita sódica en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales, Lima-2024. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/146522

Reyes, E. (2022). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Page Publishing Inc.

Rodríguez, M. C. (2015, abril 10). Educapuntes: Confiabilidad de los Instrumentos (Ejemplos de técnicas de cálculo). *Educapuntes*. https://educapuntes.blogspot.com/2015/04/confiabilidad-de-los-instrumentos.html

Sollitto, I. (2022, febrero 16). Tesis y Másters Argentina. *Tesis y Másters Argentina*. https://tesisymasters.com.ar/diseno-experimental-definicion/

Torres Caceres, J. F. (2021). Estabilización de subrasante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral—Umaccata, Abancay, Apurímac 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63569

Ullauri, M. del C. A., Bastidas, M. R., Bustamante, J. R., y Carchipulla, E. C. (2022). El ladrillo artesanal de Cuenca (Ecuador): Una caracterización inicial en el marco patrimonial. *Conservar Património*, *41*, 68-94. https://doi.org/10.14568/cp26915

UNIR. (s. f.). *¿Qué es el método científico y para qué se emplea? - Sus 5 pasos*. UNIR México. Recuperado 15 de febrero de 2024, de https://mexico.unir.net/derecho/noticias/metodo-cientifico/

Vargas, U. B., Aquino, F. R., García, W. S., y Juárez, W. S. (2017). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CARBÓN VEGETAL ELABORADO A PARTIR DE MADERA DE ENCINO EN HORNO DE LADRILLO. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, *4*, 127-137.

Vasić, M. V., Jantunen, H., Mijatović, N., Nelo, M., y Muñoz Velasco, P. (2023). Influence of coal ashes on fired clay brick quality: Random forest regression and artificial neural networks modeling. *Journal of Cleaner Production*, *407*, 137153. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137153

Villamil, A., y Edgardo, W. (2022). *Elaboración ladrillos ecológicos a partir de botellas plásticas recicladas fabricadas en PET como elemento básico para la construcción de vivienda unifamiliar en el municipio de Caldas Boyacá.* [Bachelor thesis, Universidad Santo Tomás]. https://repository.usta.edu.co/handle/11634/48319

Zamora Diaz, I. I. (2023). *Efecto de la resistencia y durabilidad del concreto al reemplazar ladrillo triturado*. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6864

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXOS

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

Anexo. Matriz de Consistencia

TÍTULO DE TESIS: **"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBÓN Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025"**				
Problemas	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variables**	**Inst. de Medición**
Problema General: ¿Cuál es influencia de la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de San Román 2025?	**Objetivo General:** Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román en el año 2025.	**Hipótesis General:** La incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en la fabricación de ladrillos artesanales mejora significativamente sus propiedades físico-mecánicas, lo que resulta en un producto más resistente, durable y sostenible, en comparación con los ladrillos tradicionales fabricados en la provincia de San Román.	**Variable Independiente** Ceniza de carbón Polvo de concreto reciclado **Dimensiones:** *Dosificación del ladrillo:* *Muestra patrón* *MP + 5% CC* *MP + 10% CC* *MP + 5% PCR* *MP + 10% PCR*	Balanza electrónica, Plantilla de toma de datos
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**		
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en la provincia de San Román?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román.	La incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román, comparado con los ladrillos tradicionales.		
¿Cuáles son las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables en la provincia de San Román?	Evaluar las propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables en la provincia de San Román.	La inclusión de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables mejora significativamente las propiedades físicas de los ladrillos artesanales, ya que reduce la estabilidad dimensional, reduce el alabeo, reduce la absorción de humedad y reduce la succión de agua.	**Variable Dependiente** Propiedades del ladrillo artesanal **Dimensiones:** *V. Dimensional* *Alabeo* *Absorción* *Succión* *Resistencia a la compresión*	Laboratorio de suelos, método de ensayo ASTM C-39 para resistencia a la compresión, método de absorción de agua, pruebas de durabilidad bajo condiciones estándar.
¿De qué manera la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables influye sobre la resistencia a la compresión de ladrillos en la provincia de San Román?	Explicar de qué manera la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables influye sobre la resistencia a la compresión de ladrillos en la provincia de San Román.	La manera en que la incorporación de ceniza de carbón y polvo de concreto reciclado en proporciones variables influye sobre la resistencia a la compresión de ladrillos en la provincia de San Román, es positiva ya que incrementa el esfuerzo.		

Anexo. Panel fotográfico



Fotografía 1. *Pesaje de muestras para contenido de humedad*



Fotografía 2. *Tamizado de material fino para límites de consistencia*



Fotografía 3. *Granulometría de materiales de arcilla*



Fotografía 4. *Tamizado de arcillas secas*



Fotografía 5. *Ceniza de carbón*



Fotografía 6. *Polvo de concreto reciclado*



Fotografía 7. *Aplicación de polvo de concreto sobre la mezcla de ladrillos*



Fotografía 8. *Adición de agua para la mezcla de la mezcla modificada*



Fotografía 9. *Colocación de muestra saturada de moldes*



Fotografía 10. *Enrasado y acabado pulido antes del secado de las muestras de ladrillo*



Fotografía 11. *Prueba de variación dimensional de unidades de ladrillo*



Fotografía 12. *Prueba de alabeo de unidades de ladrillo*



Fotografía 13. *Prueba de absorción de unidades de ladrillo*



Fotografía 14. *Pesado de ladrillo saturado para medición de absorción*



Fotografía 15. *Prueba de succión de unidades de ladrillo*



Fotografía 16. *Pesado de ladrillo saturado en la parte baja para medición de succión*



Fotografía 17. *Medición de la superficie del ladrillo para puesta en Prensa*



Fotografía 18. *Colocación de unidad de ladrillo en prensa hidráulica*



Fotografía 19. *Aplicación de cargas axiales a la unidad de ladrillo*



Fotografía 20. *Retiro de la unidad de ladrillo de la prensa e impresión de reporte de resistencia*

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127, ASTM D2216, MTC E 108)	Código	GR-OP-F-301
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO DE GEORAAS	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: MUESTRA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

N°	DESCRIPCIÓN	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	93.43
2	SUELO SECO + TARRO	gr	88.29
3	PESO DEL TARRO	gr	16.02
4	PESO DEL AGUA	gr	5.14
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	72.27
	HUMEDAD %	%	7.11

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhongdan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO ÍNDICE DE PLASTICIDAD (NTP 339.129, ASTM D4318, MTC E110/111)	Código	GR-OP-F-302
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO DE GEORAAS	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: MUESTRA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		1	2	3
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.19	36.48	34.97
SUELO SECO + TARRO	gr	32.81	33.74	32.63
PESO DEL TARRO	gr	24.70	24.70	24.70
PESO DEL AGUA	gr	2.38	2.74	2.34
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.11	9.04	7.93
HUMEDAD %	%	29.35	30.31	29.51
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

A	B
22.22	23.32
20.95	21.96
12.74	12.63
1.27	1.36
8.21	9.33
15.47	14.58

LÍMITE LÍQUIDO %	:	29.26
LÍMITE PLÁSTICO %	:	15.02
ÍNDICE PLÁSTICO %	:	14.24

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128, ASTM D422, MTC E107)	Código	GR-OP-F-303
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO DE GEORAAS	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: MUESTRA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750					
No8	2.360					
No10	2.000	20.45	4.09	4.09	95.91	
No16	1.180					
No20	0.850	49.86	9.97	14.06	85.94	
No30	0.600	64.74	12.95	27.01	72.99	
No40	0.425	51.02	10.20	37.21	62.79	
No 50	0.300	54.96	10.99	48.21	51.79	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	138.19	27.64	75.84	24.16	
No200	0.075	91.26	18.25	94.10	5.90	
BASE		29.52	5.90	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		5.90				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

P.I.=	500.00
P.L.=	470.48
P.P.=	29.52
% W =	7.11

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L.L.=	29.26
L.P.=	15.02
I.P.=	14.24

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:

D10= 0.092 Cu= 4.28
D30= 0.182 Cc= 0.91
D60= 0.39

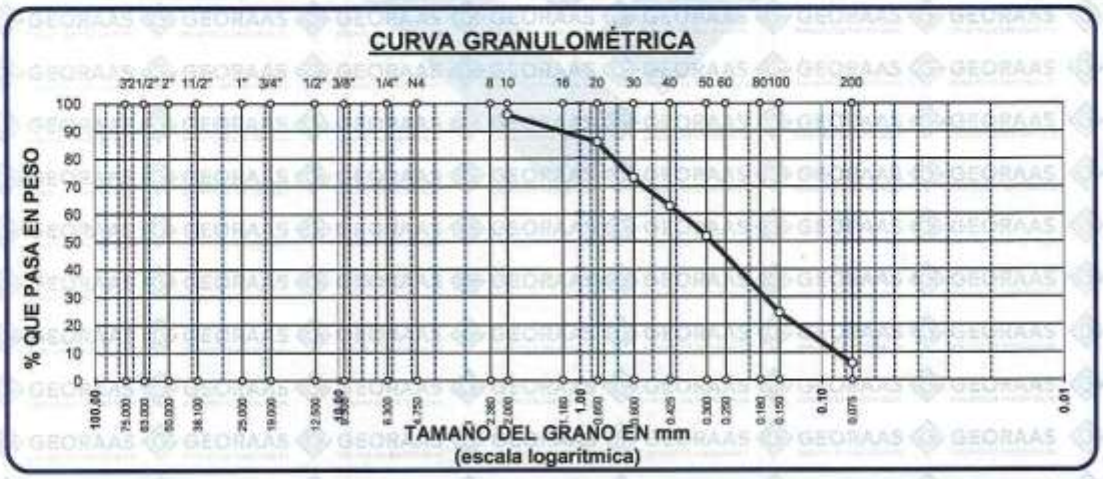
CLASIFICACIÓN:

I.G. = :

SUCS : CL
AASHTO : A-7-6

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-304
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		LADRILLO ARTESANAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
LADRILLO A.	8.09	8.05	7.89	7.99	8.01	0.06
LADRILLO A.	8.21	8.09	7.87	8.11	8.07	0.88
LADRILLO A.	7.83	8.22	8.14	8.19	8.10	1.19
LADRILLO A.	8.22	8.27	7.91	7.88	8.07	0.88
						0.75

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
LADRILLO A.	14.12	14.16	13.87	13.82	13.99	-0.05
LADRILLO A.	14.11	14.07	14.15	13.82	14.04	0.27
LADRILLO A.	13.91	14.22	14.17	14.23	14.13	0.95
LADRILLO A.	13.92	14.15	13.83	14.27	14.04	0.30
						0.37

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
LADRILLO A.	24.98	25.12	24.92	25.14	25.04	0.16
LADRILLO A.	24.92	25.14	25.08	24.92	25.02	0.06
LADRILLO A.	25.08	25.21	25.22	25.07	25.15	0.58
LADRILLO A.	24.83	25.14	25.17	25.24	25.10	0.38
						0.29

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

Largo :	25	cm
Ancho :	14	cm
Altura :	8	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhoxalan Carlos Incacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-304
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+5%CC	8.12	8.17	8.21	7.98	8.12	1.50
L+5%CC	8.08	7.84	8.04	8.25	8.05	0.66
L+5%CC	8.17	7.97	8.08	8.14	8.09	1.13
L+5%CC	8.29	7.94	8.22	7.98	8.11	1.34
						1.16

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+5%CC	14.27	14.36	14.27	14.38	14.32	2.29
L+5%CC	14.21	14.12	14.35	13.61	14.07	0.52
L+5%CC	14.35	13.87	14.24	14.12	14.15	1.04
L+5%CC	14.38	13.93	14.24	14.02	14.14	1.02
						1.21

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+5%CC	24.98	25.11	24.95	25.03	25.02	0.07
L+5%CC	25.12	25.21	25.16	24.82	25.08	0.31
L+5%CC	24.89	25.27	24.84	25.34	25.09	0.34
L+5%CC	24.96	25.12	25.11	25.15	25.09	0.34
						0.27

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

Largo :	25	cm
Ancho :	14	cm
Altura :	8	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-304
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+10%CC	7.95	8.17	8.12	8.04	8.07	0.88
L+10%CC	8.09	7.95	7.98	8.12	8.04	0.44
L+10%CC	7.97	8.06	8.08	8.13	8.06	0.75
L+10%CC	8.11	7.99	7.95	8.05	8.03	0.31
						0.59

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+10%CC	13.76	14.37	13.86	14.24	14.06	0.41
L+10%CC	14.36	14.11	13.78	14.47	14.18	1.29
L+10%CC	13.98	14.08	13.95	14.07	14.02	0.14
L+10%CC	13.97	14.12	13.95	14.10	14.04	0.25
						0.52

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+10%CC	24.88	25.15	25.37	24.79	25.05	0.19
L+10%CC	25.25	25.34	24.89	24.83	25.08	0.31
L+10%CC	25.08	25.13	24.96	24.99	25.04	0.16
L+10%CC	25.19	25.20	24.98	24.75	25.03	0.12
						0.19

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

Largo :	25	cm
Ancho :	14	cm
Altura :	8	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-304
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		L.+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+5%PCR	8.02	8.19	7.96	8.12	8.07	0.91
L+5%PCR	7.96	8.16	8.04	8.08	8.06	0.75
L+5%PCR	7.98	8.01	8.14	8.09	8.06	0.69
L+5%PCR	7.78	8.17	8.29	7.81	8.01	0.16
						0.62

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+5%PCR	13.87	14.10	13.89	14.15	14.00	0.02
L+5%PCR	13.96	14.25	13.97	13.95	14.03	0.23
L+5%PCR	13.78	14.02	14.26	14.14	14.05	0.36
L+5%PCR	14.18	13.82	13.82	14.33	14.04	0.27
						0.22

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+5%PCR	25.21	24.72	25.20	25.33	25.12	0.46
L+5%PCR	24.97	25.07	25.11	25.06	25.05	0.21
L+5%PCR	25.21	25.23	25.32	25.01	25.19	0.77
L+5%PCR	24.88	24.94	25.36	24.87	25.01	0.05
						0.37

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

Largo :	25	cm
Ancho :	14	cm
Altura :	8	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Ticacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-304
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		L.+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+10%PCR	7.97	8.03	7.95	8.11	8.02	0.19
L+10%PCR	7.98	8.10	8.05	8.07	8.05	0.63
L+10%PCR	7.98	8.02	8.09	8.12	8.05	0.66
L+10%PCR	7.93	8.10	8.12	7.96	8.03	0.34
						0.45

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+10%PCR	14.15	14.13	13.82	14.01	14.03	0.20
L+10%PCR	13.98	14.14	13.97	14.06	14.04	0.27
L+10%PCR	13.78	14.02	14.27	14.18	14.06	0.45
L+10%PCR	14.11	13.95	13.98	14.08	14.03	0.21
						0.28

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L+10%PCR	25.12	24.72	25.23	25.35	25.11	0.42
L+10%PCR	24.97	25.10	25.07	24.98	25.03	0.12
L+10%PCR	24.87	25.26	25.31	25.06	25.13	0.50
L+10%PCR	25.08	24.95	25.37	24.88	25.07	0.28
						0.33

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

Largo :	25	cm
Ancho :	14	cm
Altura :	8	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhondan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	GR-OP-F-305
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 06/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO ARTESANAL	1.77	1.59	1.53	1.58
LADRILLO ARTESANAL	1.68	1.57	1.71	1.62
LADRILLO ARTESANAL	1.69	1.62	1.57	1.55
LADRILLO ARTESANAL	1.72	1.61	1.49	1.63
PROMEDIO (mm)	**1.72**	**1.60**	**1.58**	**1.60**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.65**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.60**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.62**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	GR-OP-F-305
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L. + 5% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
L. + 5% CENIZA DE CARBÓN	1.38	1.72	1.55	1.64
L. + 5% CENIZA DE CARBÓN	1.68	1.49	1.81	1.75
L. + 5% CENIZA DE CARBÓN	1.67	1.96	1.22	1.77
L. + 5% CENIZA DE CARBÓN	1.76	1.42	1.88	1.33
PROMEDIO (mm)	**1.62**	**1.65**	**1.62**	**1.62**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.62**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.64**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.63**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhongian Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	GR-OP-F-305
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L. + 10% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
L. + 10% CENIZA DE CARBÓN	1.48	1.68	1.26	0.97
L. + 10% CENIZA DE CARBÓN	1.36	1.42	1.42	1.63
L. + 10% CENIZA DE CARBÓN	1.75	1.54	1.53	1.42
L. + 10% CENIZA DE CARBÓN	1.96	1.42	1.36	1.47
PROMEDIO (mm)	1.64	1.52	1.39	1.37
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.52			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.44			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.48			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhanatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingenieto Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	p
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L. + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
L. + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.53	1.74	0.97	1.21
L. + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.63	1.68	1.23	1.15
L. + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.34	1.68	1.37	1.46
L. + 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.43	1.68	1.88	1.72
PROMEDIO (mm)	**1.48**	**1.70**	**1.36**	**1.39**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.42**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.54**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.48**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	GR-OP-F-305
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLAD	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
L. + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.42	1.74	1.21	0.98
L. + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.63	1.71	1.05	1.67
L. + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.36	1.68	1.71	1.37
L. + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	1.71	1.52	1.15	1.16
PROMEDIO (mm)	**1.53**	**1.66**	**1.28**	**1.30**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.41**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.48**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.44**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhopetan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-306
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	3180.00	3776.00	18.74
M-2	3118.00	3680.00	18.02
M-3	3140.00	3708.00	18.09
M-4	3109.00	3691.00	18.72
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		18.39

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhoseline Carlos Incacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-306
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	3065.00	3574.00	16.61
M-2	3078.00	3581.00	16.34
M-3	3068.00	3558.00	15.97
M-4	3009.00	3496.00	16.18
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		16.28

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhoseph Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-306
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	3082.00	3525.00	14.37
M-2	3128.00	3578.00	14.39
M-3	3102.00	3560.00	14.76
M-4	3100.00	3542.00	14.26
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		14.45

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhoaclan Carlos Incacari Conquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-306
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	3091.00	3561.00	15.21
M-2	3088.00	3561.00	15.32
M-3	3082.00	3547.00	15.09
M-4	3078.00	3549.00	15.30
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		15.23

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-306
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	3147.00	3575.00	13.60
M-2	3101.00	3541.00	14.19
M-3	3071.00	3478.00	13.25
M-4	3095.00	3529.00	14.02
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		13.77

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-307
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE VIRUTA DE MADERA Y FIBRAS PLÁSTICAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE TARACO 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	25.00	14.00	3180.41	3212.05	31.64	18.08
M-2	25.00	14.00	3118.21	3150.24	32.03	18.30
M-3	25.00	14.00	3140.73	3172.17	31.44	17.97
M-4	25.00	14.00	3109.19	3141.11	31.92	18.24
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			18.15

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhordan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° Control
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-307
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE VIRUTA DE MADERA Y FIBRAS PLÁSTICAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE TARACO 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	25.00	14.00	3065.23	3094.15	28.92	16.53
M-2	25.00	14.00	3078.17	3107.21	29.04	16.59
M-3	25.00	14.00	3068.62	3097.53	28.91	16.52
M-4	25.00	14.00	3009.32	3038.27	28.95	16.54
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			16.55

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° Control
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-307
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE VIRUTA DE MADERA Y FIBRAS PLÁSTICAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE TARACO 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	25.00	14.00	3082.54	3108.47	25.93	14.82
M-2	25.00	14.00	3128.42	3154.34	25.92	14.81
M-3	25.00	14.00	3102.77	3128.28	25.51	14.58
M-4	25.00	14.00	3100.29	3126.76	26.47	15.13
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			14.83

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Ineacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-307
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEONARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE VIRUTA DE MADERA Y FIBRAS PLÁSTICAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE TARACO 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/08/2025

MUESTRA N°	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN (GR/CM2)
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		
M-1	25.00	14.00	3091.62	3118.38	26.76	15.29
M-2	25.00	14.00	3088.41	3115.22	26.81	15.32
M-3	25.00	14.00	3082.84	3109.91	27.07	15.47
M-4	25.00	14.00	3078.73	3105.40	26.67	15.24
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			15.33

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhamilton Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-307
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 06/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE VIRUTA DE MADERA Y FIBRAS PLÁSTICAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE TARACO 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L + 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	25.00	14.00	3147.32	3170.45	23.13	13.22
M-2	25.00	14.00	3101.52	3124.19	22.67	12.95
M-3	25.00	14.00	3071.68	3094.47	22.79	13.02
M-4	25.00	14.00	3095.29	3118.09	22.80	13.03
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			13.06

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-308
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: A. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO ARTESANAL			11/09/2025	28	350.00	15815	45.19
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
2	LADRILLO ARTESANAL			11/09/2025	28	350.00	15960	45.60
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
3	LADRILLO ARTESANAL			11/09/2025	28	350.00	16004	45.73
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
4	LADRILLO ARTESANAL			11/09/2025	28	350.00	15895	45.41
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								45.48

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-306
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEONARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. G. L. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	16838	48.11
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
2	LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	16667	47.62
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
3	LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	16757	47.88
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
4	LADRILLO + 5% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	16611	47.46
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								47.77

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Huacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-305
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025		
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	18024	51.50
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
2	LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	18084	51.67
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
3	LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	18111	51.75
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
4	LADRILLO + 10% CENIZA DE CARBÓN			11/09/2025	28	350.00	17920	51.20
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								51.53

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhohatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-308
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	L+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	16994	48.55
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
2	L+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	17102	48.86
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
3	L+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	17051	48.72
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
4	L+ 5% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	17082	48.81
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								48.74

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	GR-OP-F-306
		Versión	1.0
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE	FECHA MUESTREO	: 08/08/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 12/09/2025

MUESTRA Nº	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	L+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	18484	52.81
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
2	L+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	18501	52.86
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
3	L+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	18557	53.02
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
4	L+ 10% POLVO DE CONCRETO RECICLADO			11/09/2025	28	350.00	18600	53.14
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	25.00	14.00	8.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								52.96

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

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: 11-06-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: CRISTIAN LEOBARDO PONCE QUISPE
Dirección: Jr. LOS ROSALES N° 460
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70339253
Teléfono: 920 817 333 email: E16270339253@uancv.edu.com
Nombres y Apellidos:
Dirección:
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:
Teléfono: email:
Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CARBON Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
Palabras claves, (3 a 5 términos): CENIZA DE CARBÓN, LADRILLO ARTESANAL, POLVO DE CONCRETO RECICLADO.

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

1

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

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.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



Firma de Autor | huella digital | 11-06-2026 Fecha

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