



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO
CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE
ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO
CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE
ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. LEONEL SUASAGA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1152-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente EXP. N° 2025-CU-8634 presentado por el (la) Bachiller: **GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA** 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. **GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

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

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

RESUELVE:

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

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

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

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de él (la) bachiller: **GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 02 de octubre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 809-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 907 por el señor (a): GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 647- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 044- 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): GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA 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° 044- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA 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): GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025 correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Manzaní Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 564-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 6850, presentado por el señor (a) GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 396-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 011 -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): GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA ha presentado su propuesta de investigación Titulada: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA 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° 011 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA 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.

cc. Archivo 2025 Interesado (a)

Seal of the Faculty of Engineering and Pure Sciences, UANCV, and signature of Dr. Oscar V. Viamonte Galla, Decano (e) CIP. 32730.

Seal of the Office of Investigation, UANCV, and signature of Dr. Frits Van Wassenhagen Apaza, Director.



16% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 14% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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


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



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERIA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70810841
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-3034-3985
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 59"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/9NtqVmFffh1QepR6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 - Setiembre 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>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</p>
- Librería	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y CARRERAS PURAS

[Signature]

Dr. Félix Víctor Muroqui Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA, identificado con DNI
Nro. 70810841, 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:

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y

MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE

MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 12 de noviembre del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, que con amor, trabajo y sacrificio son mi inspiración. Gracias por siempre apoyarme incondicionalmente y por darme las herramientas para hacer mis sueños realidad. Su confianza y sabiduría me han acompañado en cada paso.

A todas aquellas personas que me han acompañado en el camino de esta investigación. A mis profesores, amigos, compañeros, que con sus consejos y guía hicieron posible este proyecto. Gracias por compartir su conocimiento, tiempo y dedicación.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado salud, fuerza y sabiduría para superar cada obstáculo en el camino. Sin su dirección continua, su bendición, esto no hubiera sido posible.

A mis padres, que siempre me apoyaron. Gracias por quererme, por sacrificarte, por siempre creer en mí. Su aliento y orientación me han impulsado a avanzar. Cada acción de él me ha motivado a continuar logrando mis objetivos.

A todas aquellas personas que de una u otra manera ayudaron a que esta tesis fuera una realidad. A mis profesores, compañeros y amigos por su apoyo, consejos y paciencia. Gracias por enseñar, por dedicar y por ser parte de este logro.



ÍNDICE GENERAL

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..... 14

1.2 Planteamiento del problema..... 15

 1.2.1 Problema general..... 15

 1.2.2 Problemas específicos..... 15

1.3 Objetivos de la investigación..... 16

 1.3.1 Objetivo general..... 16

 1.3.2 Objetivos específicos..... 16

1.4 Justificación de la investigación..... 17

 1.4.1 Justificación técnica..... 17

 1.4.2 Justificación económica..... 17

 1.4.3 Justificación social..... 18

 1.4.4 Justificación ambiental..... 18

1.5 Hipótesis de la investigación..... 18

 1.5.1 Hipótesis general..... 18

 1.5.2 Hipótesis específicas..... 19

1.6 Variables e indicadores..... 19

 1.6.1 Variable independiente..... 19



1.6.2	Variable dependiente.....	19
1.7	Operacionalización de variables.....	21

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3	Antecedentes locales.....	26
2.2	Bases teóricas.....	27
2.2.1	Escoria de acero.....	27
2.2.2	Mortero.....	30
2.2.2.1	<i>Tipos de morteros.....</i>	31
2.2.2.2	<i>Usos de los Morteros.....</i>	34
2.2.2.3	<i>Componentes del mortero de cemento.....</i>	36
2.2.2.4	<i>Propiedades físicas del mortero.....</i>	40
2.2.2.5	<i>Propiedades mecánicas del mortero.....</i>	43
2.2.3	Normativas empleadas para el mortero.....	45
2.2.4	Albañilería.....	46
2.2.4.1	<i>Muros de Albañilería.....</i>	47
2.2.4.2	<i>Funciones Estructurales de la Albañilería.....</i>	48
2.3	Marco conceptual.....	49
2.3.1.	Escoria de acero.....	49
2.3.2.	Mortero.....	49
2.3.3.	Muros de albañilería.....	50

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación.....	51
3.2	Nivel de la investigación.....	52



3.3	Tipo de la investigación.....	52
3.4	Diseño de la investigación.....	53
3.5	Método de la investigación.....	53
3.6	Población y muestra de la investigación.....	54
3.6.1	Población.....	54
3.6.2	Muestra.....	54
3.7	Técnicas e instrumentos.....	55
3.7.1	Técnicas.....	55
3.7.2	Instrumentos.....	55
3.8	Validación y confiabilidad del instrumento.....	56
3.8.1	Validación.....	56
3.8.2	Confiabilidad.....	56
3.9	Plan de recolección y procesamiento de datos.....	56
3.9.1	Análisis e interpretación de los resultados.....	63

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados obtenidos.....	64
4.1.1	Estimación de las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero.....	66
4.1.2	Variación de la resistencia a compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero.....	69
4.1.3	Variación de la resistencia a compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero... ..	79
4.2	Discusión de Resultados.....	89
CONCLUSIONES.....		91
RECOMENDACIONES.....		93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		94
ANEXOS.....		99



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de variables</i>	21
Tabla 2 <i>Gradación de la arena</i>	65
Tabla 3 <i>Datos de los materiales</i>	66
Tabla 4 <i>Dosificación final</i>	68
Tabla 5 <i>Dosificación final</i>	68
Tabla 6 <i>Esfuerzos compresivos del mortero</i>	69
Tabla 7 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de ESAC</i>	69
Tabla 8 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 3% de ESAC</i>	70
Tabla 9 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 5% de ESAC</i>	70
Tabla 10 <i>Comparativas a 7 días de curado</i>	71
Tabla 11 <i>Esfuerzos compresivos del mortero</i>	72
Tabla 12 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de ESAC</i>	72
Tabla 13 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 3% de ESAC</i>	73
Tabla 14 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 5% de ESAC</i>	73
Tabla 15 <i>Comparativas a 14 días de curado</i>	74
Tabla 16 <i>Esfuerzos compresivos del mortero</i>	75
Tabla 17 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de ESAC</i>	75
Tabla 18 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 3% de ESAC</i>	76
Tabla 19 <i>Esfuerzos compresivos del mortero con 5% de ESAC</i>	76
Tabla 20 <i>Comparativas a 28 días de curado</i>	77
Tabla 21 <i>Comparativa final</i>	78
Tabla 22 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional</i>	79
Tabla 23 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de ESAC</i>	79
Tabla 24 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de ESAC</i>	80
Tabla 25 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de ESAC</i>	80
Tabla 26 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 3 días de curado</i>	81



Tabla 27 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional</i>	82
Tabla 28 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de ESAC</i>	82
Tabla 29 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de ESAC</i>	83
Tabla 30 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de ESAC</i>	83
Tabla 31 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 7 días de curado</i>	84
Tabla 32 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional</i>	85
Tabla 33 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de ESAC</i>	85
Tabla 34 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de ESAC</i>	86
Tabla 35 <i>Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de ESAC</i>	86
Tabla 36 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 14 días de curado</i>	87
Tabla 37 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas - final</i>	88



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Muros de albañilería</i>	48
Figura 2 <i>Escoria de acero</i>	57
Figura 3 <i>Ensayo de resistencia a compresión de los cubos de mortero</i>	58
Figura 4 <i>Muestras para el ensayo de pilas</i>	63
Figura 5 <i>Gradación de la arena</i>	65
Figura 6 <i>Comparativas a 7 días de curado</i>	71
Figura 7 <i>Comparativas a 14 días de curado</i>	74
Figura 8 <i>Comparativas a 28 días de curado</i>	77
Figura 9 <i>Comparativa final</i>	78
Figura 10 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 3 días de curado</i>	81
Figura 11 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 7 días de curado</i>	84
Figura 12 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 14 días de curado</i>	87
Figura 13 <i>Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas - final</i>	88



RESUMEN

La investigación titulada "Estudio comparativo de las propiedades del mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román 2025", tiene como objetivo evaluar la variación de las propiedades entre el mortero convencional y el mortero con escoria de acero. Se utilizó un diseño experimental con enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. Los resultados muestran una proporción de 1:2.92:0.76 para cemento, arena y agua, respectivamente. Se calcularon las cantidades de escoria de acero necesarias para las mezclas con 1.5%, 3% y 5% de adición, alcanzando 6.69 kg, 13.39 kg y 22.32 kg respectivamente por metro cúbico de mortero respecto al peso del cemento. En cuanto a la resistencia a la compresión, los cubos de mortero convencional presentaron un esfuerzo promedio de 172.18 kg/m². Con la adición de escoria de acero, los cubos con 1.5% alcanzaron 175.68 kg/m², los de 3% llegaron a 179.29 kg/m² y los de 5% lograron 180.29 kg/m², evidenciando una mejora progresiva en la resistencia. Además, se observó que la adición de escoria de acero también mejora la resistencia de las pilas de ladrillo. A los 28 días de curado, el mortero convencional presentó una resistencia de 35.83 kg/m², mientras que el mortero con 1.5% alcanzó 37.74 kg/m², el de 3% llegó a 38.69 kg/m² y el de 5% mostró la mayor resistencia con 39.90 kg/m². En conclusión, los resultados indican que la incorporación de escoria de acero mejora tanto la resistencia del mortero como la de las pilas de ladrillo, lo que demuestra su viabilidad para mejorar las propiedades del mortero utilizado en la construcción de muros de albañilería.

Palabras Clave: Escoria de acero, mortero, muro de albañilería, propiedades del mortero.



ABSTRACT

The research project titled "Comparative Study of the Properties of Conventional Mortar and Mortar with Steel Slag Addition for Masonry Wall Construction in the San Román Province, 2025" aims to evaluate the differences in properties between conventional mortar and mortar containing steel slag. An experimental design with a quantitative and applied approach was used. The results show a cement-to-sand-to-water ratio of 1:2.92:0.76. The amounts of steel slag required for mixtures with 1.5%, 3%, and 5% additions were calculated, resulting in 6.69 kg, 13.39 kg, and 22.32 kg per cubic meter of mortar, respectively, based on the weight of the cement. Regarding compressive strength, conventional mortar cubes showed an average strength of 172.18 kg/m². With the addition of steel slag, the 1.5% mixture reached 175.68 kg/m², the 3% mixture reached 179.29 kg/m², and the 5% mixture reached 180.29 kg/m², demonstrating a progressive improvement in strength. Furthermore, it was observed that the addition of steel slag also improves the strength of brick masonry. After 28 days of curing, conventional mortar had a strength of 35.83 kg/m², while the mortar with 1.5% steel slag reached 37.74 kg/m², the 3% mixture reached 38.69 kg/m², and the 5% mixture showed the highest strength at 39.90 kg/m². In conclusion, the results indicate that the incorporation of steel slag improves both the strength of the mortar and the strength of the brick masonry, demonstrating its viability for enhancing the properties of mortar used in masonry wall construction.

Keywords: Steel slag, mortar, masonry wall, mortar properties.



INTRODUCCIÓN

El uso de morteros en la construcción de muros de albañilería es fundamental para garantizar la estabilidad y durabilidad de las edificaciones. Tradicionalmente, los morteros clásicos, integrados fundamentalmente por cemento, arena y agua, han sido la opción preferida en la construcción de muros. Pero con el desarrollo de materiales sostenibles, ahora se pueden alterar las características de los morteros añadiéndoles aditivos como escoria de acero, un subproducto de la industria metalúrgica.

La escoria de acero se ha hecho notar por sus propiedades puzolánicas, las cuales son capaces de mejorar algunas características del mortero, tales como la resistencia, durabilidad y sostenibilidad del material. La investigación busca comparar las características del mortero ordinario y el mortero adicionado con escoria de acero en el asentamiento de muros de albañilería en la provincia de San Román. En esta investigación se analizan propiedades importantes como la resistencia del mortero local para comprobar si la escoria de acero puede mejorar muros.

La investigación se justifica en la necesidad de hacer más sostenibles los materiales de construcción, tanto ambiental como económicamente. La adición de residuos industriales, como escoria de acero, no solo mejora las características de los morteros, sino que también ayuda a resolver el problema de los residuos y reducir el impacto ambiental de la construcción. Con este estudio se busca generar conocimiento aplicable para que los constructores locales de San Román puedan tener alternativas más eficientes y ecológicas en el uso de morteros para sus obras de albañilería.

Esta investigación es de interés para el sector constructivo de la región, al intentar aportar evidencia científica sobre el uso de materiales alternativos y su efecto en la calidad y sostenibilidad de las edificaciones. Los resultados servirán para mejorar las prácticas constructivas, hacer más resistentes las estructuras y utilizar materiales más sostenibles.



Siguiendo la estructura de referencia, la presente investigación se ha estructurado en capítulos, cada uno de ellos abordando un elemento específico del proceso de investigación. Así, en el primer capítulo se aborda de manera descriptiva el problema a investigar, dando una perspectiva general de la situación que llevó a la investigación, presentando de manera específica los objetivos particulares que guían la investigación. Además, en este capítulo se justifica ampliamente la necesidad, la importancia y la pertinencia del trabajo, dejando claro por qué es necesario profundizar en la temática escogida.

Luego, el segundo capítulo se enfoca en realizar una revisión bibliográfica, donde se analizan diversas fuentes académicas, documentos anteriores, estudios similares y teorías que se relacionen con el objeto de estudio. Esta revisión crítica busca proporcionar un marco conceptual, definir los antecedentes y establecer la base teórica para justificar las decisiones metodológicas y analíticas del estudio.

En el capítulo III se detalla y explica con exactitud la metodología utilizada en la investigación, especificando las estrategias utilizadas para la recolección sistemática de datos y los procedimientos precisos para su análisis e interpretación. Este capítulo es importante porque da transparencia metodológica, permite entender cómo se llevó a cabo la investigación y asegura la posibilidad de replicar o validar el estudio.

A continuación, el capítulo IV muestra de manera estructurada los resultados concretos alcanzados al aplicar la metodología descrita anteriormente. Además, estos resultados no solo se exponen, sino que se analizan y discuten críticamente, comparándolos con los objetivos iniciales. Esto permite saber si se lograron los objetivos planteados y conocer la significancia de los resultados encontrados.

Finalmente, en el capítulo final o conclusivo, se resumen y explicitan las principales conclusiones que se derivan del análisis de los resultados, haciendo hincapié en las principales aportaciones o hallazgos de la investigación. Además, se dan sugerencias específicas y justificadas para futuras investigaciones que quieran profundizar o ampliar el



conocimiento en este campo y para medidas prácticas que se puedan aplicar en situaciones reales o profesionales directamente ligadas al objeto de estudio.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel mundial, el sector de la construcción tiene el desafío de reducir su impacto ambiental, siendo uno de los principales generadores de gases de efecto invernadero, por la producción de materiales como el cemento. El cemento es causante del 7% de las emisiones mundiales de CO₂, y por ello existe un creciente interés por parte de científicos, ingenieros y arquitectos por encontrar materiales sustitutos más sostenibles. En este sentido, la escoria de acero es una alternativa, ya que, al ser un residuo industrial, su uso en los morteros disminuye la huella de carbono en la construcción y ayuda a reciclar los residuos industriales. Sin embargo, la adopción de este tipo de materiales aún enfrenta desafíos relacionados con la variabilidad en su calidad y las pruebas de su efectividad a gran escala (Castillo, 2023).

A nivel nacional, el Perú ha aumentado la actividad constructiva, sobre todo en el sur y en zonas urbanas en expansión. Pero la construcción tiene sus propios problemas de calidad en los materiales con que se construyen (en los morteros, por ejemplo). Si bien los morteros comunes son muy utilizados, se ha verificado que no siempre alcanzan los niveles de resistencia y durabilidad exigidos para las condiciones de carga y ambiente del país. En este contexto, el empleo de materiales alternativos, como la escoria de acero,

podría proporcionar soluciones más sostenibles y duraderas. Pero la ausencia de estudios comparativos nacionales sobre el efecto de esta incorporación sobre el mortero restringe su uso en proyectos constructivos a lo largo del país (Ayarquispe, 2024).

En el ámbito local, en la provincia de San Román, los muros de albañilería con morteros tradicionales siguen siendo la práctica constructiva más común por la disponibilidad y bajo costo del cemento. Pero el clima extremo de la zona (temperaturas bajas y altas precipitaciones) ha demostrado que los morteros tradicionales suelen generar fisuras y deterioros prematuros en las edificaciones. Esto abre la necesidad de buscar alternativas que mejoren la resistencia y durabilidad de los morteros constructivos locales. La adición de escoria de acero al mortero no solo mejoraría sus propiedades mecánicas, sino que también fomentaría prácticas más sostenibles en la región. Pero la ausencia de investigaciones locales sobre las propiedades de los morteros con escoria de acero no permite su aplicación generalizada.

Este estudio comparativo busca resolver esta problemática al evaluar de manera objetiva las cualidades del mortero convencional y el mortero con adición de escoria de acero, proporcionando datos relevantes para mejorar la calidad de los materiales de construcción en San Román y en otras regiones con condiciones similares.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la variación de las propiedades del mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román 2025?

1.2.2 *Problemas específicos*

1. ¿Cuáles son las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero en la provincia de San Román?



2. ¿Cuál es la variación de la resistencia a compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román?
3. ¿Cuál es la variación de la resistencia a compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la variación de las propiedades del mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Estimar las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero en la provincia de San Román.
2. Analizar la variación de la resistencia a compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román.
3. Analizar la variación de la resistencia a compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román.



1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

El mortero tradicional para levantar muros de mampostería es ampliamente aceptado por su disponibilidad y facilidad de aplicación. Pero en lugares con climas extremos (como la provincia de San Román) se han encontrado problemas de durabilidad y resistencia en el mortero tradicional por fisuramiento y deterioro prematuro. Esta investigación pretende analizar las propiedades de un mortero adicionado con escoria de acero, un material alternativo que puede mejorar su resistencia y durabilidad. Mediante un análisis comparativo, se busca verificar si la escoria de acero mejora la resistencia del mortero y, por ende, la calidad de las construcciones en la región. Esta investigación técnica es fundamental para dar evidencia científica de la factibilidad de este material en la construcción local.

1.4.2 Justificación económica

Los precios de los materiales constructivos continúan siendo una de las principales variables que influyen en la factibilidad económica de los proyectos constructivos en la provincia de San Román, sobre todo en edificaciones de albañilería. Los morteros tradicionales, aunque baratos en un principio, acaban saliendo caros por los continuos mantenimientos y reparaciones en que incurren por su poca durabilidad. La escoria de acero en el mortero puede hacer que éste sea más duradero y, por tanto, se reduzca el coste de mantenimiento en el futuro. Además, la escoria de acero es un material de desecho industrial, lo que abarata los materiales en comparación con otros aditivos o materiales de construcción. Esta investigación económica pretende establecer si la escoria de acero es una opción económicamente viable para mejorar la calidad de las edificaciones sin incrementar el costo final del proyecto.

1.4.3 Justificación social

La calidad de la construcción influye en la seguridad y el bienestar de las comunidades. En la provincia de San Román, el clima extremo y la escasez de materiales pueden poner en riesgo la seguridad de las edificaciones. "La investigación de mortero con escoria de acero podría mejorar las viviendas y edificios públicos, proporcionando estructuras más seguras y duraderas para la comunidad". Además, al emplear un material sustituto como la escoria de acero, se fomenta la inclusión de prácticas sostenibles y locales, las cuales pueden beneficiar el desarrollo comunitario. Además, este estudio puede crear oportunidades de empleo en el campo de la investigación y aplicación de nuevas tecnologías en la construcción, impulsando la economía local.

1.4.4 Justificación ambiental

La construcción es una de las mayores fuentes de emisión de CO₂ y generadora de residuos industriales, que contribuyen al calentamiento global y la contaminación. La escoria de acero, un residuo de la industria siderúrgica, es una forma de disminuir el impacto ambiental en la construcción. Su aplicación en el mortero ayuda a reutilizar residuos industriales y reduce el consumo de recursos naturales como el cemento, cuya producción genera altas emisiones de CO₂. Adicionalmente, la escoria de acero en el mortero podría hacerlo más durable y, por ende, disminuiría la necesidad de mantenimiento constante, extendiendo el ciclo de vida de las estructuras y disminuyendo los desechos. Esta investigación impacta en el ambiente, pues impulsa el uso de materiales reciclados y una construcción más sostenible.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La variación de las propiedades del mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román



2025, será significativa debido a que el mortero con escoria de acero presentará mejores resultados de resistencia.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. Las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero en la provincia de San Román, se dará de acuerdo al diseño de mezclas de mortero.
2. La variación de la resistencia a compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román, presentará mejores resultados con el mortero mejorado.
3. La variación de la resistencia a compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román, mostrará mejores resultados con el mortero mejorado.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Escoria de acero

Indicadores:

- Aplicación 1.5% de escoria de acero respecto al peso del cemento
- Aplicación 3.0% de escoria de acero respecto al peso del cemento
- Aplicación 5.0% de escoria de acero respecto al peso del cemento

1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del mortero



Dimensiones:

- Resistencia a la compresión en cubos de mortero
- Resistencia a la compresión en pilas de mortero con ladrillo



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	VALOR FINAL	INST. DE MEDICIÓN	TIPO
VI Escoria de acero	Material residual proveniente de la industria del acero, que se utiliza como aditivo en la mezcla del mortero, reemplazando parte de la arena o el cemento.	Proporción de escoria de acero en la mezcla	Porcentaje de escoria de acero utilizada (1.5%, 3%, 5%).	1.5%– 5%	Balanza digital	Continua
VD Propiedades del mortero	Características del mortero que pueden ser evaluadas para determinar su desempeño en términos de resistencia y durabilidad, incluyendo su resistencia a la compresión, adherencia y fluidez.	Resistencia a la compresión Resistencia a compresión en pilas	Esfuerzo a compresión Esfuerzo a compresión en pilas	(170 – 185) Kg/cm2 (35-40) Kg/cm2	Equipos de laboratorio. NTP 399.607. NTP 399.610. NTP E.070.	Continua Continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Pradena et al., (2020) en su trabajo titulado "Factibilidad técnica del uso de escorias de cobre como reemplazo de arena en morteros de pega de muros de albañilería", el objetivo del estudio es investigar la viabilidad técnica de morteros que se fabrican con un árido fino obtenido a partir de la combinación de arena y granalla de EFC, con la intención de utilizarlos en muros de albañilería confinada. Para llevar a cabo esta investigación, se ensayaron en laboratorio las prestaciones y características de estos morteros en relación con un mortero convencional que no incluía ningún OBE. Como consecuencia de la inclusión de EFCs en los morteros, los resultados demostraron que existen impactos favorables, como un aumento considerable de la resistencia de adherencia (20,2%), de la resistencia a compresión (18,1%) y de la resistencia a cortante (12%). En base a estos resultados, se determinó que la utilización de morteros de agarre con EFC en muros de mampostería restringida es técnicamente viable en las condiciones que fueron examinadas. Además, la incorporación de EFC resulta en un aumento del contenido de finos, lo que conduce a una mejora de la granulometría de la mezcla. De acuerdo con los resultados, la introducción de EFC resulta en una mejora marginal en la



consistencia de los morteros cuando se compara con el mortero que se considera de referencia. En morteros endurecidos, se descubrió que la sustitución de un cuarenta por ciento de arena por elementos de construcción orgánicos (EFC) conducía a un aumento significativo de la densidad del mortero, alcanzando un nivel del diez mil dos por ciento. Debido al elevado peso específico de la escoria, que provoca un aumento de la densidad media del mortero, este comportamiento puede atribuirse a la escoria. En cuanto a las resistencias a la flexión y a la compresión, se descubrió que estas cualidades se mantenían similares cuando se sustituía hasta un cuarenta por ciento de la arena por CFE. Esto se debió a que las desviaciones entre el mortero convencional (MP) y el mortero con CFE (ME) fueron despreciables. Por otra parte, la integración de EFC dio lugar a un aumento considerable de las resistencias de adherencia, así como de las resistencias a compresión y cortante. Como resultado de la integración de la EFC, las características mecánicas de estos morteros mejoran considerablemente, lo que lleva a la conclusión de que es posible emplear morteros de EFC en muros de mampostería constreñidos (con una sustitución del cuarenta por ciento). Además, la EFC es una opción fantástica que puede utilizarse como árido fino en la fabricación de morteros respetuosos con el medio ambiente.

Según Condori y Chachaqui (2024) en su estudio denominado "Diseño de Mezclas de Hormigón con Escoria de Fundición", se centra en la elaboración de mezclas de hormigón compuestas por cemento, agregado grueso (grava de canto rodado), agregado fino (arena de canto rodado) y agua. Para la creación de estas mezclas, se realizaron una serie de ensayos de laboratorio, así como los cálculos correspondientes, con el objetivo de verificar la calidad de los agregados empleados y asegurar que cumplieran con las normativas establecidas por organismos como ASTM, AASHTO y ACI. En el estudio se evaluó la sustitución del agregado grueso tradicional por material de escoria, con el fin de analizar su viabilidad y sus efectos en las propiedades del hormigón. En cuanto al peso específico del agregado grueso, se realizó el ensayo ASTM C-127, que reveló los siguientes resultados: para el material de escoria de fundición de baja ley, el peso

específico fue de 3,470 gr/cm³, mientras que para la grava rodada del banco de préstamos Paria fue de 2,503 gr/cm³. El ensayo de absorción del agregado grueso (ASTM C-127) mostró que el material de escoria de fundición de baja ley presentó una absorción del 0.41%, mientras que la grava rodada del banco de préstamos Paria presentó una absorción mucho mayor, con un 2.92%. En cuanto al peso unitario del agregado grueso, los resultados fueron los siguientes: el material de escoria de fundición de baja ley presentó un peso unitario de 1.759 gr/cm³, mientras que la grava rodada del banco de préstamos Paria tuvo un peso unitario de 1.678 gr/cm³. El ensayo de desgaste "Máquina de los Ángeles" mostró una diferencia significativa en la resistencia al desgaste: el material de escoria de fundición de baja ley presentó un índice de desgaste de 14.1%, mientras que la grava rodada del banco de préstamos Paria mostró un 30.1%. Finalmente, en las pruebas de laboratorio de rotura de probetas, se observó una excelente adherencia del material de escoria, originando una mejora significativa en la resistencia compresiva del hormigón. En comparación con el hormigón convencional, que utiliza grava común, el hormigón con escoria demostró una mejora en las propiedades especialmente en términos de adherencia y resistencia a la compresión.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Coronel (2023) nos dice que el presente estudio "Diseño de mezcla de mortero incorporando escorias de aluminio secundario", se realizó con la intención de desarrollar una mezcla de mortero que incorpore escoria de aluminio secundario por medio de una técnica experimental. Se realizaron numerosas muestras de mortero sustituyendo la arena por escoria de aluminio secundario en las proporciones de 5%, 10%, 15% y 20%. Estas mezclas se prepararon para una variedad de proporciones de mezcla, incluyendo 1:3,5, 1:4, 1:5, y 1:6. La fluidez, densidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del mortero fueron algunos de los atributos que se evaluaron con estas muestras, que se sometieron a una serie de pruebas para determinar sus características. Además, se realizaron y analizaron mediciones de la fuerza de adherencia, la resistencia a la



compresión prismática y la resistencia a la compresión diagonal de la mampostería. Una muestra de mortero que contenía un 15% de escoria de aluminio secundario y una proporción de mezcla de 1:3,5 resultó ser la más idónea, según los datos obtenidos. Esta mezcla demostró una mejora considerable de la fluidez y la densidad en comparación con la muestra de referencia, con mejoras del 8,45% y el 17,09%, respectivamente, en la fluidez y la densidad. Tanto la resistencia a la compresión como la resistencia a la flexión del mortero mejoraron en un 31,65% y un 42,31%, respectivamente, una vez transcurridos 28 días desde la primera aplicación del mortero. Además, las muestras de mampostería que recibieron la dosis óptima de escoria mostraron una mejora en la resistencia a la adherencia, la resistencia a la compresión prismática y la resistencia a la compresión diagonal del 18,65%, 28,59% y 24,14%, respectivamente. Como conclusión, se demostró que la escoria secundaria de aluminio puede utilizarse en proporciones de hasta el 15% para conseguir los mayores beneficios posibles en la producción de morteros. Además, se presenta como una opción factible para su uso en la construcción de muros de mampostería.

Además Castillo (2023) en su investigación titulada "Influencia de la Ceniza de Carbón y Fibras de Acero en las Propiedades Mecánicas del Mortero de Albañilería", el propósito de este estudio fue determinar el porcentaje óptimo de cenizas de carbón y fibras de acero que se deben incluir en el mortero para lograr un diseño de mezcla efectivo. Esto se hizo con la intención de mejorar las propiedades mecánicas del mortero. Teniendo en cuenta que el propósito del estudio era comprender el comportamiento de estos aditivos en el mortero, la investigación se creó utilizando una técnica cuantitativa y un diseño cuasi-experimental. Tanto las cenizas de carbón como las fibras de acero se mezclaron en el mortero, y ambos componentes se sometieron a un examen químico para descubrir los óxidos que contenían. Estos óxidos se utilizaron como aglutinantes para mejorar las cualidades del mortero. Se añadieron porcentajes de ceniza de carbón del 4%, 8%, 12% y 16% a las muestras de mortero, mientras que las fibras de acero se añadieron en



concentraciones del 0,20%, 0,40%, 0,60% y 0,80%. A continuación, se midieron y analizaron las muestras de mortero. En total se evaluaron 360 muestras, de las cuales 84 eran de mortero fresco y 276 de mortero endurecido. Con el fin de evaluar diversas cualidades, se llevaron a cabo varios experimentos de mecánica del hormigón. Estas pruebas incluían el tiempo de curado, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la adherencia del mortero, la resistencia a la compresión axial y la resistencia a la compresión diagonal. Los resultados demostraron una mejora significativa de la resistencia a la compresión del mortero. El mortero alcanzó una resistencia del 95% en su estado original; sin embargo, cuando se le añadió un 13% de ceniza de carbón, la resistencia aumentó hasta el 109%. Además, la resistencia a la compresión mejoró hasta el 113% tras la adición de un 0,70% de fibra de acero a la composición global. Según estos resultados, la adición de ambos aditivos dio lugar a una mejora sustancial de la resistencia del mortero, que fue superior a las cualidades del mortero estándar de referencia en todas las dosis. En conclusión, los resultados obtenidos demostraron que la hipótesis era correcta. Estos resultados demostraron que tanto las cenizas de carbón como las fibras de acero son adiciones eficaces que pueden mejorar las características mecánicas del mortero.

2.1.3 Antecedentes locales

Según Ayarquispe (2024) su investigación titulada "Resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto con limallas de acero, Juliaca Puno 2022", el objetivo principal de este estudio fue determinar el impacto que tiene la incorporación de limaduras de acero en la resistencia estructural de muros que fueron construidos con bloques de concreto destinados a mampostería. En concreto, el estudio pretendía evaluar cómo afecta la incorporación de este material a la resistencia mecánica de los bloques. Para lograr este objetivo se utilizó una estrategia cuantitativa-inductiva y un diseño experimental mediante la utilización de una metodología aplicada. Se añadieron limaduras de acero a un total de treinta muestras de edificios de altura modesta, con un cero por

ciento, un quince por ciento, un veinticinco por ciento, un treinta y cinco por ciento y un cuarenta y cinco por ciento del total. Los resultados que se obtuvieron demostraron que las resistencias de las muestras que tenían adiciones de cal de acero eran superiores a la resistencia del bloque normal hasta una adición del 25%. Se observó una disminución de la resistencia entre los porcentajes del 35% y el 45%. Dado que las muestras con este porcentaje ofrecían una resistencia a la compresión en pilas de bloques de hormigón de 85,61 kg/cm², lo que indicaba un aumento del 19,86%, la cantidad óptima de adición de cal siderúrgica fue del 25%. Esto se debió a que las muestras con este porcentaje presentaron la información. Una mejora similar del 15,66% se observó en la resistencia axial de los muros, que subió a 9,94 kg/cm² desde su valor anterior. Los investigadores emplearon un diseño de mezcla que consistía en 1 metro cúbico de cemento, 3,07 metros cúbicos de grava de 3/8 de pulgada, 2,67 metros cúbicos de arena, 0,48 metros cúbicos de limaduras de acero y 34,85 litros de agua. En conclusión, los resultados de este estudio indican que la incorporación de lana de acero en el proceso de fabricación de bloques de hormigón mejora sustancialmente las características mecánicas de los bloques. Esto hace que el uso de lana de acero sea una alternativa rentable y eficaz para mejorar el rendimiento de los materiales utilizados en la construcción.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Escoria de acero

La escoria de acero es un subproducto generado durante el proceso de fabricación del acero, un material fundamental en la industria metalúrgica. La escoria es el residuo que se forma a partir de las impurezas contenidas en el mineral de hierro y otros materiales, que se eliminan en el proceso de refinación del acero. Este material, que históricamente ha sido considerado un desecho industrial, ha demostrado tener propiedades útiles en la construcción, especialmente cuando se utiliza como un componente en la mezcla de concreto (Alonso, 2021).

La escoria de acero se genera durante el proceso de conversión de mineral de hierro en acero, principalmente en los altos hornos o en los convertidores de oxígeno. Durante la producción del acero, el mineral de hierro se funde y se mezcla con caliza y otros aditivos, lo que provoca que las impurezas contenidas en el mineral se separen y formen una capa de escoria en la parte superior del metal fundido. Esta capa de escoria es luego retirada y enfriada para su posterior utilización (Gonzales & Delgado, 2023).

Propiedades y beneficios de la escoria de acero en la construcción

El uso de la escoria de acero en la industria de la construcción ha ganado popularidad debido a las ventajas que ofrece, tanto en términos de rendimiento estructural como de sostenibilidad ambiental. Las propiedades de la escoria de acero, cuando se mezcla con concreto, han demostrado ser óptimas para mejorar diversas características del material:

- **Resistencia a la compresión:** La escoria de acero es un árido que refuerza la resistencia, por lo que es perfecto para usos estructurales, donde se necesita que el material soporte mucho peso. Al mezclar escoria de acero en el concreto, se fortalece su resistencia a corto y largo plazo, haciendo las estructuras más seguras y duraderas.
- **Resistencia a la abrasión:** La escoria de acero también refuerza la resistencia a la abrasión del concreto, lo que beneficia a pavimentos, pisos industriales y demás superficies sometidas al desgaste.
- **El mortero con escoria de acero es más resistente a la corrosión y al ataque de agentes químicos agresivos,** lo que aumenta la vida útil de las estructuras. Esto es especialmente útil en ambientes industriales, costeros o en lugares donde el hormigón está expuesto a condiciones agresivas, como la humedad o la contaminación.
- **Una de las principales características de la escoria de acero es que es capaz de disminuir las deformaciones que se pueden presentar en el concreto por cambios**

en las condiciones térmicas o de humedad. La escoria se expande poco en volumen, por lo que el concreto que la contiene tiene menos probabilidades de agrietarse o deformarse con el tiempo.

- La escoria de acero es de naturaleza granular y, una vez molida y procesada, se transforma en un árido fino de buenas propiedades de adherencia con el cemento. Esto refuerza la cohesión entre los elementos del concreto, dando lugar a una mezcla más uniforme y consistente (Aguilar & Blanco, 2022).

Beneficios ambientales del uso de escoria de acero

En tiempos donde los recursos naturales están siendo explotados a un ritmo acelerado, el uso de escoria de acero en la construcción ofrece importantes ventajas ecológicas:

- La escoria de acero es un subproducto industrial que, si no se utiliza, puede terminar en vertederos o incineradoras, contribuyendo a la acumulación de residuos no reciclados. Al reutilizarla en la producción de concreto, se contribuye de manera significativa al reciclaje y reducción de desechos industriales, favoreciendo la economía circular.
- Utilizar escoria de acero como material en la fabricación de concreto reduce la necesidad de extraer agregados naturales como la grava o la arena, los cuales, en muchos casos, están siendo sobreexplotados. De esta forma, se disminuye la presión sobre los recursos naturales y se promueve un uso más responsable y sostenible de los mismos.
- La producción de concreto tradicional con cemento Portland es una de las fuentes primordiales de emisiones de (CO_2), un gas de efecto invernadero. Al sustituir parcialmente el cemento con escoria de acero, se reduce la huella de carbono del proceso de fabricación de concreto, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. La escoria de acero, al ser un material reciclado, tiene una menor emisión



de CO₂ en su producción en comparación con otros materiales de construcción (Valverde & Mendoza, 2023)

2.2.2 Mortero

El mortero es una mezcla aglomerante plástica; el más usado en la construcción y albañilería. Está hecho principalmente de agua, cemento y arena gruesa, los cuales se mezclan hasta formar una pasta que sirve para pegar materiales como ladrillos, bloques o piedras. Este material no solo actúa como pegamento, sino que también es un elemento estructural que aporta cohesión y estabilidad a las edificaciones. Se usa mucho para construir muros, recubrimientos, enlucidos y demás elementos constructivos que necesiten buena adherencia. Además, el mortero es un material adaptable a diversos trabajos, como sellado, reparación o refuerzo estructural (Cabezas, 2024).

Como comportamiento, el mortero es capaz de fraguar y endurecer con el tiempo, siendo un elemento para garantizar la estabilidad de la edificación. La proporción de sus componentes (agua, cemento y arena) se puede variar en función de las propiedades que se deseen obtener para un tipo de obra en particular (resistencia, impermeabilidad, etc.).

La fluidez (o trabajabilidad) es una de las características más importantes del mortero, ya que determina su facilidad de manipulación y extensión en la obra. Esta propiedad se refiere a la capacidad de la mezcla de ser moldeable y extenderse uniformemente al aplicarse, permitiendo llenar las juntas y los espacios entre los materiales de construcción. Una buena fluidez hace que la mezcla se extienda uniformemente sin esfuerzo y que todas las superficies a pegar queden cubiertas (Amorín & Echabaudis, 2023).

Además, la trabajabilidad del mortero influye en el tiempo que se tiene para trabajar antes de que el mortero comience a fraguar, un factor importante en la construcción. Un mortero fluido da más tiempo para trabajar y ajustarlo antes de que se endurezca, lo que beneficia al albañil en áreas grandes o cuando necesita hacer ajustes en las juntas. Esta característica también ayuda a retener agua, por lo que el mortero permanece trabajable

por más tiempo, incluso en lugares donde la mezcla entra en contacto con superficies absorbentes (Bohorquez, 2019).

2.2.2.1 Tipos de morteros

El mortero es un material constructivo, empleado en múltiples aplicaciones, desde mampostería hasta reparaciones y revestimientos. Según los materiales y las necesidades de la obra, hay diferentes tipos de morteros, cada uno con unas características específicas para un determinado uso. Estos son los tipos más comunes de morteros:

a) Mortero de yeso y calcáreos

El mortero de yeso es un producto industrializado, formulado con agua y yeso hidratado. Su formulación y propiedades dependen de la cantidad de agua incorporada, el tipo de yeso y la finura a la que se haya llegado en su cocción. La mezcla se ha de preparar según se vaya necesitando, ya que el mortero de yeso tiene un fraguado muy rápido (5 minutos aproximadamente) y su endurecimiento se completa en 15 minutos. Aunque menos resistente que otros tipos de morteros, su rápido endurecimiento lo hace perfecto para trabajos donde el tiempo de fraguado es vital (Soler et al., 2020).

El mortero de yeso se utiliza en diversas aplicaciones, tales como:

- Recubrimiento de superficies: Se aplica para revestir los muros de las casas, en sustitución del mortero de barro.
- Aglomerante en albañilería: Se usa como aglutinante para las piezas de mampostería.
- Reparación de juntas: Sirve para tapar juntas entre muros, dando una unión rápida y efectiva.

A pesar de su rapidez de endurecimiento, el mortero de yeso no es apropiado para exteriores, ya que es poco resistente al agua.

Los morteros elaborados con base en cal son más fáciles de trabajar y se adaptan mejor que los de cemento. Esta mejora se debe a las características plastificantes y

ligantes de la cal, que permiten trabajar mejor el mortero. Estos morteros de cal se emplean sobre todo para acabados y en general para trabajos de albañilería, ya que tienen muy buena adherencia y dan una textura más suave.

En cuanto a las proporciones para la mezcla, una de las más usuales es 1 parte de cal por 2 de arena, sobre todo para acabados. Para morteros más fuertes, la proporción es 1:3 o 1:4, dependiendo del proyecto. Pero cuidado: si se usan mayores proporciones de cal en la mezcla, el mortero puede perder las características deseadas de trabajabilidad y ductilidad. Esto puede generar fisuras y reducir la durabilidad del mortero a largo plazo. Por lo tanto, hay que dosificar bien la cal para que la mezcla sea fácil de trabajar y a la vez duradera. (Mera & Reyes, 2022).

b) Mortero de cemento y cal

El mortero de cemento, cal y arena reúne las características de estos tres materiales, aprovechando lo mejor de cada uno de ellos. La proporción de cemento y cal en la mezcla determina las propiedades del mortero resultante. Si se incrementa la cantidad de cemento en relación con la cal, se obtiene un mortero más resistente. Por el contrario, si se aumenta la proporción de cal, el mortero será más flexible y fácil de trabajar, pero su resistencia disminuirá (Soto, 2024).

Este tipo de mortero se emplea en numerosas aplicaciones debido a su capacidad para ajustarse a distintas necesidades, tales como:

- Revestimiento de muros: Es comúnmente utilizado para revestir paramentos de viviendas, proporcionando una excelente adherencia y durabilidad.
- Unión de mampostería: Sirve como aglomerante para unir las piezas de mampostería, como ladrillos o bloques.
- Cubrir juntas: Se usa para cubrir y sellar las juntas entre muros, asegurando una estructura sólida (Soto, 2024).

Este mortero es especialmente adecuado para proyectos donde se requiere un equilibrio entre flexibilidad y resistencia (Soto, 2024).

El mortero de cal y cemento proporciona un mejor equilibrio entre trabajabilidad y resistencia que los morteros de un solo material. Esta mezcla da como resultado lo mejor de ambos mundos, mejorando las propiedades y la facilidad de aplicación. La proporción correcta de cal y cemento en la mezcla se determinará en función de las propiedades de cada material para asegurar el resultado esperado del mortero.

Una proporción muy utilizada en este tipo de mortero es 1:3 (1 parte de cemento por 3 de cal). Pero esta proporción se puede adaptar a las necesidades del proyecto. Si se aumenta la proporción de cemento en la mezcla, se mejora la retención de agua y la trabajabilidad del mortero y, por lo tanto, se facilita su aplicación. Pero demasiado cemento reduce la ductilidad, hace el mortero menos flexible y más susceptible a la penetración del agua (Gómez, 2023).

En cambio, si se utiliza demasiada cal, se reduce la trabajabilidad y se perjudica la resistencia inicial del mortero, ya que la cal es un material más blando que el cemento. Por lo cual se debe de tener la proporción adecuada entre estos dos componentes para que el mortero resultante posea una buena trabajabilidad, resistencia y durabilidad (Fernandez & Ramirez, 2023).

c) Mortero de cemento Portland

Es una mezcla de cemento, arena y agua. Este tipo de mortero es muy resistente, por lo que es ideal para trabajos que requieren soporte estructural. Su tiempo de fraguado es rápido, lo que permite que la mezcla se endurezca rápidamente. Pero este mortero es poco flexible y puede agrietarse si se somete a movimientos o tensiones excesivas.

El mortero de cemento Portland se emplea allí donde se necesita gran resistencia:

- Fijación de piezas: Se usa para fijar cosas en su lugar y que no se muevan bajo carga.
- Resistencia a la compresión y abrasión: Este tipo de mortero está indicado donde se requiera alta resistencia a la compresión y abrasión, por lo que es idóneo para pavimentos y estructuras sometidas a desgaste.

- Relleno y reparación: Se usa para restaurar estructuras, en especial en áreas donde se necesita una solución rápida y duradera.
- Revestimientos y pañetes: El mortero cemento Portland se aplica para recubrir superficies, crear una capa protectora en muros y paredes y darles un acabado resistente (Gutierrez & Gonzalez, 2024).

Aunque es muy resistente, hay que tener en cuenta qué tipo de arena se va a utilizar para este tipo de mortero, ya que arenas muy limosas o arcillosas reducen la trabajabilidad y la durabilidad del mortero.

2.2.2.2 Usos de los Morteros

Los morteros se aplican en diversas áreas de la construcción, siendo esenciales en elementos estructurales y en mampostería. Según su formulación, los morteros pueden servir para unir y pegar piezas o para crear revestimientos decorativos. Además de los morteros estructurales, existen morteros no resistentes, utilizados para recubrimientos estéticos o de protección (Giron et al., 2021).

▪ Morteros de pega

Los morteros de albañilería sirven para unir materiales en estructuras de mampostería (ladrillos, bloques, etc.). Este tipo de mortero se ha de formular para resistir tanto a esfuerzos de tracción como de compresión, ya que en las juntas entre piezas se van a dar este tipo de esfuerzos. La calidad del mortero de pega es determinante para la estabilidad de la edificación, ya que garantiza que las piezas permanezcan unidas en el tiempo y resistan los movimientos y tensiones propias del entorno donde se construye. Para este tipo de mortero se debe considerar la durabilidad, adherencia, resistencia a cargas de compresión y flexión (Giron et al., 2021).

Uno de los usos más frecuentes del mortero es como aglomerante para pegar ladrillos, bloques o piedras en la construcción de muros o estructuras. Por ser un pegamento resistente, el mortero une las piezas de mampostería y así asegura la

estabilidad de la estructura. Este tipo de mortero debe poseer características que le permitan soportar cargas a compresión y dilataciones térmicas, ya que las juntas entre materiales estarán sometidas a estos esfuerzos a lo largo de la vida útil del edificio.

▪ **Mortero de relleno**

El mortero de relleno se aplica para rellenar las celdas/huecos vacíos en unidades de mampostería, como bloques o ladrillos. Su propósito es dar soporte adicional y estabilizar la estructura. Aunque no está diseñado para soportar cargas estructurales directas como los morteros de pega, debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la integridad de las piezas de mampostería y prevenir el colapso de los espacios vacíos rellenos. Este tipo de mortero es esencial en estructuras como muros y paredes, donde su capacidad para estabilizar y repartir cargas es determinante para la seguridad. Normalmente se emplean morteros de resistencia media para que sean efectivos sin resultar demasiado caros (Giron et al., 2021).

▪ **Mortero de recubrimiento**

El mortero de revestimiento o pañete se aplica para hacer más estéticas y proteger las estructuras. Este tipo de mortero no es para soportar cargas estructurales, sino para crear una capa decorativa lista para ser pintada o cubierta con otros materiales. La plasticidad es una propiedad esencial de los morteros de revestimiento que permite extenderlos uniformemente sobre superficies irregulares. El mortero de revestimiento no necesita ser muy resistente, pero debe adherirse bien a las superficies y protegerlas de agentes externos (humedad, suciedad, desgaste, etc.). Este tipo de mortero también ayuda a impermeabilizar las paredes y, en algunos casos, a aislar térmica y acústicamente (Giron et al., 2021).

El mortero también se usa para recubrir muros, cielos rasos y otras estructuras. Esta característica es importante no solo por razones estéticas, sino también para proteger las superficies de los elementos del clima, como la humedad o la erosión. El recubrimiento

de mortero (pañete o enlucido) es una capa protectora que hace más duraderas las paredes y que impide el paso del agua y la suciedad al interior. Además, el mortero para recubrimiento proporciona un acabado más uniforme y liso, listo para recibir pinturas, acabados decorativos o revestimientos adicionales.

Pero además de como revestimiento, el mortero se utiliza como acabado en paredes y techos. Esta capa no solo embellece las superficies, sino que también puede mejorar las propiedades térmicas y acústicas de los espacios interiores. Según la mezcla y los aditivos que se usen, el mortero fino puede dar distintos acabados, lo que permite a arquitectos y diseñadores jugar con la estética final.

▪ **Producción de componentes prefabricados de hormigón**

En la producción de elementos prefabricados de hormigón (paneles de pared, bloques, etc.), el mortero es esencial. Se usa para mezclarse con el concreto y darle las características necesarias para que los ingredientes sean resistentes y duraderos. También, en ciertos casos, el mortero se utiliza para rellenar las juntas entre piezas prefabricadas y asegurar su adherencia (Giron et al., 2021).

▪ **Reparación y restauración de estructuras existentes**

El mortero también es esencial para restaurar estructuras existentes que se hayan deteriorado con el tiempo, por el clima o por daños estructurales. Aquí el mortero sirve para sellar fisuras, reparar superficies deterioradas o reforzar la estructura. Hay morteros específicos para restauración, formulados para ajustarse a las características del material original y preservar la estructura restaurada (Giron et al., 2021).

2.2.2.3 Componentes del mortero de cemento

El mortero de cemento se compone de una mezcla de tres ingredientes principales: cemento, agregado fino y agua. Cada uno de estos materiales aporta una característica específica al mortero, como resistencia, adherencia o trabajabilidad. A continuación, se



enumeran los componentes más comunes y sus características principales (Muñoz et al., 2022).

▪ **Cemento**

El cemento es el aglomerante hidráulico principal en la formación del mortero, y su función es unir los agregados finos (como la arena) para crear una mezcla sólida y resistente. Los tipos de cemento utilizados en la fabricación de morteros son principalmente los cementos Portland y los cementos adicionados, así como los cementos de albañilería en algunos casos específicos (Muñoz et al., 2022).

1. **Cemento Portland:**

- El cemento Portland es el tipo más comúnmente utilizado para la fabricación de morteros. Dentro de los cementos Portland, se destacan tres tipos principales:
 - Tipo I: Es el cemento de uso general, adecuado para la mayoría de las aplicaciones de construcción, incluido el mortero para albañilería. Su resistencia es suficiente para la mayoría de los trabajos.
 - Tipo II: Este tipo de cemento tiene una menor tasa de calor de hidratación y es más resistente a los ataques de sulfatos. Se usa especialmente en construcciones que estarán expuestas a condiciones más agresivas, como ambientes húmedos o suelos con alto contenido de sulfatos.
 - Tipo III: Este tipo de cemento tiene una mayor rapidez de fraguado y es utilizado en aplicaciones donde se necesita una resistencia temprana rápida, como en climas fríos o cuando se necesita un endurecimiento más rápido. Sin embargo, su uso en morteros es menos común y se emplea de manera excepcional (Muñoz et al., 2022).

2. **Cemento Adicionado:**

- El cemento adicionado se obtiene mediante la mezcla de cemento Portland con otros materiales inorgánicos como escorias de alto horno, cenizas volantes u

otros aditivos. Este tipo de cemento ofrece ciertas ventajas, como una mayor resistencia a la compresión en el largo plazo y una mejor durabilidad, especialmente en entornos donde hay agresividad química.

- El Cemento Adicionado IP (tipificado en la NTP 334.830) se emplea con frecuencia en la construcción de morteros en el Perú. La mezcla de cemento Portland y cal hidratada también es una opción que mejora la trabajabilidad del mortero y su adherencia a las unidades de albañilería (Muñoz et al., 2022).

3. Cemento de Albañilería:

- Los cementos destinados a la albañilería están específicamente formulados para ser utilizados en la construcción de muros de mampostería. Estos materiales presentan características especiales que optimizan la unión entre las piezas de mampostería, garantizando que el mortero cumpla eficazmente su función de vincular las unidades, asegurando así la estabilidad de la estructura.
- Generalmente, los cementos de albañilería son clasificados como aglomerantes hidráulicos, lo que significa que tienen la capacidad de endurecerse y desarrollar resistencia incluso cuando están expuestos a condiciones de humedad (Muñoz et al., 2022).

El cemento Portland, por ejemplo, es el que define la capacidad de adherencia del mortero y su resistencia a la compresión en las primeras edades (resistencia inicial) y en la edad final. Esta característica es importante porque hace que el mortero sea lo suficientemente fuerte como para resistir las exigencias estructurales para las que se diseñan los muros de mampostería en las edificaciones (Muñoz et al., 2022).

▪ **Agregado Fino**

El agregado fino es un componente esencial del mortero que, junto con el cemento y el agua, forma la pasta que une las partículas del mortero y le da su consistencia. El

agregado fino más comúnmente utilizado en la fabricación de morteros es la arena. Esta puede ser natural o fabricada, y debe cumplir con ciertas especificaciones para garantizar un rendimiento adecuado del mortero.

1. Características de la Arena:

- Libre de Impurezas: La arena utilizada en el mortero debe estar libre de sales solubles y materias orgánicas que puedan interferir con el proceso de fraguado del cemento y disminuir la calidad del mortero.
- Granulometría: La arena debe cumplir con una granulometría adecuada, lo que significa que las partículas deben tener un tamaño uniforme para garantizar una mezcla homogénea. La granulometría influye en la trabajabilidad del mortero y en su capacidad para llenar los vacíos entre las unidades de albañilería (Santiago, 2022).

2. Tipo de Arena:

- Arena Natural: Es obtenida de depósitos naturales, como ríos, lagos, o costas marinas. Su calidad depende de los procesos erosivos y su forma puede ser angular o redondeada según el origen.
- Arena Fabricada: Se produce mediante la trituración de rocas y puede tener una forma más angular que la arena natural. Aunque su uso es más común en algunas regiones o aplicaciones, la arena fabricada puede tener una mayor cantidad de finos (partículas pequeñas) que son aceptables dentro de los límites granulométricos establecidos (Santiago, 2022).

▪ Agua

El agua es el único ingrediente líquido en la mezcla de mortero, y desempeña un papel fundamental en la obtención de la consistencia y fluidez adecuadas. La proporción de agua en la mezcla tiene un impacto directo sobre la facilidad de trabajo del mortero, así como en su proceso de endurecimiento.



1. Calidad del Agua:

- El agua utilizada para el mortero debe ser potable; es decir, libre de cualquier sustancia extraña que pueda alterar la hidratación del cemento. Según la norma E. 070, el agua no debe contener sustancias perjudiciales (ácidos, álcalis, materia orgánica, etc.) que alteren el proceso de fraguado del mortero. Estos contaminantes pueden cambiar las propiedades finales del material, deteriorando su calidad y desempeño en la obra.

2. Función del Agua:

- Factor de la Consistencia: El agua es el elemento que define la trabajabilidad del mortero, es decir, su capacidad de fluir y ajustarse a la superficie en que se aplica. La cantidad de agua ha de ser suficiente para hacer el mortero trabajable, pero sin pasarse, para no diluirlo y perder resistencia.
- El control exacto de agua es esencial; demasiada agua produce una mezcla débil, y muy poca dificulta la aplicación y adherencia del mortero (Santiago, 2022).

2.2.2.4 Propiedades físicas del mortero

Las características del mortero en estado plástico determinan su trabajabilidad y, por ende, su comportamiento en obra. En este estado, el mortero aún no ha iniciado su proceso de endurecimiento y por ello presenta unas características que determinan su trabajabilidad, consistencia, etc., y que van a definir el resultado final de la obra.

Estas características del mortero fresco son determinantes para garantizar su trabajabilidad y desempeño en las diferentes etapas de la construcción. Un mortero adecuado hará más fácil la construcción, hará más estables las estructuras y asegurará la durabilidad de las uniones entre materiales de construcción (Quesquen, 2024).

▪ **Trabajabilidad**

Es una de las propiedades más importantes del mortero en estado fresco, ya que es la facilidad con la que el mortero puede trabajarse, mezclarse y extenderse sin segregarse o sin oponer demasiada resistencia al flujo. Un mortero con buena trabajabilidad se extiende fácilmente sobre las juntas entre ladrillos, bloques o piedras, adhiriéndolos entre sí sin dejar espacios vacíos. Esto es importante, ya que una mala trabajabilidad puede dar lugar a una aplicación no uniforme y comprometer la estabilidad de la estructura. Además, la mayor trabajabilidad permite extender el mortero adecuadamente sobre las superficies, sin dejar espacios vacíos en las juntas que puedan comprometer la estructura (Quesquen, 2024).

▪ **La consistencia**

La cohesión es la capacidad del mortero para permanecer integrado y manipularse sin disgregarse. Es una característica que define la facilidad de manipulación del mortero y su capacidad para ajustarse a la superficie sobre la que se trabaja. Un mortero de la consistencia adecuada es lo suficientemente maleable como para extenderse uniformemente, pero no demasiado fluido como para perderse en las juntas o superficies. La consistencia depende de la relación cemento/agua y del tipo y cantidad de áridos utilizados. Si la mezcla es muy fluida, se obtendrá un mortero débil que no se adherirá a las superficies; si queda muy espesa, será difícil de trabajar y dejará huecos en las juntas (Quesquen, 2024).

▪ **Capacidad de flujo**

La fluidez del mortero en estado fresco es la propiedad que permite que el material se desplace y extienda fácilmente sobre las superficies sin segregarse ni perder sus componentes. Esta característica es importante porque define lo fácil que el mortero puede fluir y llenar los espacios entre las piezas de mampostería o estructurales, ajustándose a la forma requerida sin esfuerzo adicional. Una buena capacidad de flujo garantiza que el

mortero envuelva bien las superficies y rellene los huecos de los bloques, para una unión fuerte y uniforme. Depende de factores como la relación agua/cemento, la cantidad y tipo de áridos, los aditivos. Si el mortero no fluye lo suficiente, puede resultar difícil extenderlo uniformemente (Quesquen, 2024).

▪ **Retención de agua**

La retención de agua es la capacidad del mortero de conservar el agua en su amasado durante la aplicación, independientemente de factores externos (temperatura, viento, sol, etc.). Esta característica es importante cuando el mortero se aplica sobre materiales absorbentes (bloques de mampostería, por ejemplo) para que el mortero no se seque muy rápido. Una pérdida acelerada de agua hará que el mortero se vuelva inmanejable y se reduzca su resistencia final. Además, si el mortero se seca muy rápido, se puede encoger y esto puede generar fisuras, grietas o desprendimientos en las juntas de mampostería. Por lo cual, un buen mortero debe poseer buena retención de agua para garantizar su trabajabilidad y la formación de uniones fuertes y duraderas (Quesquen, 2024).

▪ **Tiempo de fraguado**

Es el periodo durante el cual el mortero se mantiene en su estado plástico antes de comenzar a endurecerse. Este proceso es controlado por una interacción química exotérmica entre el cemento y el agua que da como resultado el endurecimiento gradual de la mezcla. El tiempo de fraguado es una propiedad crítica, ya que define el tiempo disponible para trabajar con el mortero antes de que se vuelva difícil de manejar. Existen dos etapas principales en el proceso de endurecimiento: el primer endurecimiento, durante el cual el mortero comienza a perder su plasticidad y se vuelve más difícil de manejar, y el endurecimiento final, cuando la mezcla alcanza su nivel de consistencia máxima y se vuelve casi sólida. Es importante que el mortero no fragüe demasiado rápido, ya que esto podría dificultar la colocación adecuada y la correcta integración con las piezas de

mampostería, ni tampoco que sea demasiado lento, lo que podría retrasar el proceso de construcción. La velocidad del fraguado puede ser ajustada mediante la proporción de los componentes en la mezcla y el uso de aditivos (Quesquen, 2024).

2.2.2.5 Propiedades mecánicas del mortero

El mortero, al endurecerse, sufre una serie de cambios en sus propiedades mecánicas y estructurales. Estas características son determinantes para garantizar la durabilidad y estabilidad de las edificaciones, ya que aseguran su resistencia, adherencia y capacidad para soportar las cargas y tensiones a las que se someterá durante su vida útil (Quispe, 2022). A continuación, se detallan las principales propiedades del mortero durante su fase de endurecimiento:

▫ Adherencia

Adherencia: Es la capacidad del mortero de integrarse en una sola masa con las superficies de las piezas que une (ladrillos, bloques, piedras...) cuando están sometidas a cargas. La adherencia es lo que garantiza la estabilidad de las edificaciones, pues mantiene unidos sus componentes. Para una buena adherencia, las superficies de las piezas de mampostería deben ser rugosas y con buena capacidad de absorción de agua. Esto se debe a que la humectación de las superficies hace que el mortero se adhiera mejor, formando una unión fuerte entre las piezas. Además, la hidratación adecuada del mortero durante su endurecimiento es fundamental para alcanzar su máxima adherencia. La adherencia del mortero depende de la naturaleza del cemento, la limpieza de las superficies y las condiciones ambientales en que se realice el fraguado y curado (Quispe, 2022).

▫ Retracción

La contracción es la capacidad de reducirse el volumen del mortero al endurecerse, lo que provoca fisuras. Esto se debe principalmente a las reacciones químicas que se

producen durante la hidratación de la pasta de cemento, sobre todo en pastas con alta relación agua/cemento. Cuando el agua del mortero se evapora (sobre todo en condiciones de calor o viento), se crean tensiones internas que pueden provocar fisuras en la superficie del mortero. Esta retracción también será mayor si el soporte sobre el que se aplica el mortero es muy absorbente (Quispe, 2022).

Para reducir la retracción y evitar fisuras, se deben emplear cementos de baja retracción (cementos puzolánicos o cementos adicionados). Estos cementos disminuyen la cantidad de agua requerida en la mezcla, minimizando la retracción por secado. Además, se deben emplear áridos de granulometría gruesa y partículas finas en la menor proporción posible para formar un esqueleto que restrinja las alteraciones de volumen. La superficie rugosa de los áridos también contribuye a disminuir la retracción, al mejorar la adherencia interna del mortero y evitar fisuras (Rambal & Castillo, 2024).

▪ **Resistencia Mecánica**

La resistencia mecánica es la capacidad del mortero para soportar cargas o fuerzas sin deformarse en exceso o fallar. Esta característica es fundamental para asegurar que el mortero sea capaz de soportar las tensiones a las que se verá sometido a lo largo del tiempo, tales como las cargas de compresión y flexión de las estructuras que sostendrá. La resistencia mecánica del mortero se determina a través de ensayos de compresión y flexión, que miden la capacidad del material para resistir cargas (Leon, 2023).

Pruebas de compresión: Definen la máxima fuerza que puede resistir el mortero antes de romperse o deformarse permanentemente. Esta característica es fundamental en elementos constructivos donde el mortero estará expuesto a esfuerzos de compresión, como muros o cimentaciones. **Ensayos de flexión:** Miden la resistencia del mortero a fuerzas de flexión (que doblan o curvan los materiales). Esta característica es importante cuando el mortero se va a aplicar en situaciones donde las estructuras estarán expuestas a fuerzas laterales (paredes, techos, etc.) (Quispe, 2022).

La resistencia mecánica del mortero también afecta su durabilidad. Un mortero de alta resistencia es menos vulnerable a la degradación por ciclos de carga y descarga, cambios de temperatura y agentes externos. Además, un mortero de alta resistencia asegura que las estructuras permanezcan sólidas y estables en el tiempo, evitando reparaciones o mantenimientos. La capacidad del mortero para desarrollar su máxima resistencia está determinada por su formulación (cemento, agua, áridos) y el proceso de curado, ya que éste influye en la hidratación y, por lo tanto, en el desarrollo de sus propiedades mecánicas (Hernandez, 2023).

2.2.3 Normativas empleadas para el mortero

La norma peruana más importante para morteros es la NTP 399.610, que especifica el mortero para albañilería, tomando como referencia la norma ASTM C 270. Además, la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones establece disposiciones sobre el espesor de las juntas de mortero, y la NTP 399.607 define los requisitos para los agregados de morteros.

❖ NTP 399.610: Especificaciones Normalizadas para Morteros (basada en ASTM C 270)

- Establece las especificaciones para morteros de albañilería, incluyendo el cemento-cal, cemento, y cemento de albañilería.
- Define los requisitos de propiedades como resistencia a la compresión, retención de agua y contenido de aire.
- Especifica las proporciones para cuatro tipos de morteros.

❖ NTP 399.607: Agregados para Mortero

- Detalla los requisitos que deben cumplir los agregados (arena) utilizados en morteros de albañilería, como la gradación, la composición y la inalterabilidad.

❖ **Norma E.070 (Albañilería) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):**

- Define requisitos técnicos para la fabricación, resistencia y uso de morteros en obras de albañilería.
- Establece que el espesor de las juntas de mortero debe ser como mínimo de 10 mm y máximo de 15 mm.

2.2.4 **Albañilería**

La albañilería es una técnica de construcción que se basa en el apilamiento de materiales como ladrillos, bloques de hormigón, ladrillos calizos u otros elementos similares para formar muros, estructuras y cerramientos. Esta técnica ha sido utilizada durante siglos en la edificación de edificios, viviendas, y otros tipos de infraestructuras, debido a su durabilidad, resistencia y accesibilidad. La albañilería es un componente clave en la construcción de muros de carga, que son responsables de soportar las fuerzas que actúan sobre una estructura (Irigoín, 2022).

▪ **Ventajas de la Albañilería**

La albañilería tiene varias ventajas que la hacen una opción popular en la construcción, entre las cuales destacan:

- **Durabilidad y Resistencia:** Los materiales de albañilería, como el ladrillo calizo o el ladrillo de hormigón, son altamente resistentes a compresión, lo que les permite soportar grandes cargas y durar muchos años con el mantenimiento adecuado.
- **Aislamiento Térmico y Acústico:** Los muros de mampostería ofrecen buen aislamiento térmico y acústico, lo que contribuye a mantener temperaturas estables en el interior de los edificios y disminuir la transmisión de ruidos no deseados.
- **Resistencia al fuego:** La albañilería es naturalmente resistente al fuego y, por lo tanto, un material seguro para construir edificios, especialmente en lugares donde los códigos de edificación exigen altos niveles de seguridad contra incendios.

- Flexibilidad de diseño: Los muros de mampostería son versátiles, se pueden construir muros rectos, curvos o con distintos acabados, integrándose fácilmente en cualquier estilo arquitectónico (Irigoín, 2022).

↳ **Consideraciones en la Construcción de Muros de Albañilería**

- Control de calidad del material: Para garantizar la eficacia de los muros de albañilería, los materiales constructivos (ladrillos, mortero, etc.) deben ajustarse a las especificaciones técnicas de resistencia y durabilidad.
- Técnicas de emplazamiento: La alineación de los ladrillos y la aplicación del mortero son determinantes para la estabilidad de los muros. Un error en la alineación de los ladrillos o una mala proporción de mortero puede debilitar los muros.
- Refuerzos y Refuerzos Sísmicos: En zonas sísmicas se deben agregar refuerzos adicionales (varillas de acero o mallas metálicas) para aumentar la ductilidad y evitar que el muro colapse durante un temblor (Irigoín, 2022).

2.2.4.1 Muros de Albañilería

Los muros de mampostería son los que se construyen apilando ladrillos u otro material y son vitales para la estructura de muchos edificios. Estos muros pueden estar hechos de ladrillo calizo, ladrillo de hormigón, bloques de cemento, piedra o una combinación de estos, y están pensados para servir tanto como estructura como cerramiento (Bolaina et al., 2024).

Materiales Utilizados en la Albañilería:

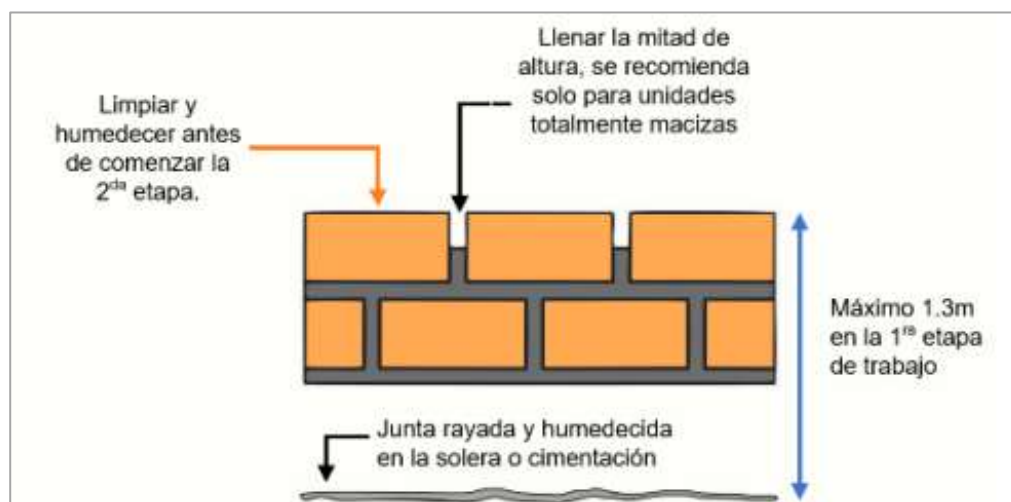
- Ladrillo calizo: Este tipo de ladrillo, elaborado con piedra caliza, es muy resistente y duradero, por lo que se puede utilizar en muros de carga y estructuras pesadas.
- Ladrillo de Hormigón: Utilizado principalmente en la construcción de muros que requieren mayor resistencia a compresión y durabilidad. El ladrillo de hormigón es muy

común en edificaciones modernas debido a su capacidad para resistir cargas pesadas y condiciones climáticas adversas.

- Otros Materiales: Además de los ladrillos tradicionales, se pueden emplear otros materiales como bloques de concreto, ladrillos de arcilla, y materiales prefabricados según las especificaciones de diseño y las necesidades del proyecto (Ticona, 2023).

Figura 1

Muros de albañilería



Nota. Tomada de (Ticona, 2023).

2.2.4.2 Funciones Estructurales de la Albañilería

Cuando se emplea como material estructural, la albañilería desempeña diversas funciones esenciales para la edificación:

- Soporte de Cargas Verticales: Los muros de albañilería actúan como elementos principales en la transmisión de cargas verticales. Esto incluye el peso de las estructuras superiores, como techos, pisos y otras cargas permanentes. El muro distribuye estas cargas hacia la fundación y la subestructura del edificio. La capacidad de la albañilería para resistir estas cargas depende de varios factores, como la resistencia del material, el espesor de los muros, y la distribución de las cargas.
- Resistencia a Cargas Horizontales: Además de soportar las cargas verticales, los muros de albañilería también están diseñados para resistir las cargas horizontales, que

pueden ser causadas por fuerzas como el viento, terremotos, o movimientos del terreno. Las cargas sísmicas y las fuerzas de viento pueden afectar la estabilidad de la estructura de manera significativa, por lo que los muros de albañilería deben ser capaces de resistir estos esfuerzos sin comprometer la seguridad de la edificación.

- **Distribución de las Cargas:** La capacidad de los muros de albañilería para resistir y distribuir las cargas tanto verticales como horizontales depende de la correcta disección de los muros y la calidad del material utilizado. Los muros deben ser diseñados para absorber las fuerzas de compresión, flexión y torsión que actúan sobre ellos durante la vida útil de la estructura (Barbaran, 2024).

2.3 Marco conceptual

2.3.1. Escoria de acero

La escoria de acero es un subproducto generado durante la fabricación de acero en los altos hornos. Está formado principalmente por óxidos de calcio, magnesio, silicio y hierro. Si bien la escoria en su estado natural es un material de desecho, su potencial la hace idónea para la construcción. Cuando se mezcla en el mortero, la escoria de acero puede aumentar su resistencia a la compresión y durabilidad, y disminuir el impacto ambiental al reutilizar desechos industriales.

2.3.2. Mortero

El mortero tradicional se compone de cemento, agua y arena y se usa para pegar ladrillos en muros. Es un elemento fundamental para ligar bloques o ladrillos, dándoles resistencia, durabilidad y adhesión. Si bien es utilizado en la mayoría de las edificaciones, el mortero tradicional puede perder resistencia debido al clima, la calidad de los materiales o el tipo de mezcla. Aunque es un material fácil de conseguir y barato, su resistencia en condiciones extremas no es muy alta.



2.3.3. Muros de albañilería

Los muros de mampostería son una de las maneras más comunes de edificación, en donde se juntan bloques o ladrillos con mortero para formar muros. La calidad del mortero con que se asientan estos muros es determinante para la estabilidad y durabilidad de la edificación. El comportamiento de los muros de mampostería está determinado por las características del mortero, sobre todo en zonas extremas o de elevadas cargas estructurales.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Es el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos que se aplican para llevar a cabo un estudio o una investigación de manera sistemática, organizada y objetiva. Esta metodología intenta definir la manera en la cual se deben recoger, analizar e interpretar los datos para generar nuevos conocimientos o confirmar hipótesis. La metodología da las pautas para resolver un problema de investigación de manera sistemática y que los resultados sean válidos y confiables. Busca garantizar que cada paso de la investigación se realice de manera lógica y clara, de modo que otros investigadores puedan reproducir el estudio si lo desean.

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo de investigación implica la recopilación y el análisis de datos numéricos para describir, explorar o explicar fenómenos. Éste hace uso de métodos estadísticos y matemáticos para darle sentido a los datos, tratando de encontrar patrones, asociaciones o relaciones de causa y efecto entre las variables. Es objetiva: el proceso de recogida de datos está estructurado y se puede replicar en otros contextos. El método cuantitativo se suele utilizar en investigaciones en las que se quiere medir cosas de forma exacta (encuestas, experimentos, análisis de bases de datos) (Alfonso et al., 2020).

Corresponde a un enfoque cuantitativo, ya que implica la recopilación y el análisis de datos numéricos para compararlos en dos tipos de mortero (convencional y con escoria de acero).

3.2 Nivel de la investigación

El nivel explicativo es una investigación que busca establecer las causas o razones de un fenómeno o problema. Este tipo de investigación va más allá de la descripción de hechos, ya que busca establecer relaciones entre variables y determinar cómo o por qué sucede un fenómeno. Se usa para explorar los mecanismos o procesos que están detrás de un suceso, dando una explicación más rica y apoyada en evidencia sobre cómo las cosas causan otras (Pimienta et al., 2018).

Es un nivel explicativo, ya que pretende reconocer las causas o motivos de la diferencia en las propiedades del mortero ordinario y el mortero adicionado con escoria de acero.

3.3 Tipo de la investigación

Un tipo de investigación llamada aplicada, en la que se busca resolver problemas específicos y prácticos aplicando el conocimiento teórico existente. La investigación aplicada, a diferencia de la básica, que busca generar nuevo conocimiento sin un propósito práctico inmediato, busca dar respuesta a preguntas específicas que enfrentan individuos, comunidades, organizaciones o la sociedad. La investigación básica crea nuevos conocimientos. Este tipo de investigación se realiza para mejorar métodos, procesos o productos en un campo específico, como la salud humana, la educación, la tecnología, etc (Pimienta et al., 2018).

Corresponde a un tipo de investigación aplicada, porque se enfoca en resolver un problema práctico relacionado con la mejora de las propiedades del mortero utilizado en la construcción de muros de albañilería.



3.4 Diseño de la investigación

El diseño experimental es un tipo de metodología de investigación para determinar la relación de causa y efecto entre variables, manipulando una o más variables independientes y midiendo su efecto sobre las variables dependientes. En este tipo de diseño el investigador manipula las variables para generar situaciones experimentales y poder así determinar cómo influyen éstas en los resultados. Es capaz de hacer inferencias causales porque manipula las variables y controla las condiciones del experimento, minimizando los sesgos que puedan contaminar los resultados. El diseño experimental se caracteriza por estar altamente controlado, donde los participantes son asignados aleatoriamente a un grupo experimental y a un grupo control para asegurarse de que cualquier diferencia encontrada en los resultados se deba a las manipulaciones (Alfonso et al., 2020).

Corresponde a un diseño experimental, porque se enfoca en manipular y controlar una variable independiente (la adición de escoria de acero en el mortero) para observar su efecto sobre las propiedades del mortero convencional.

3.5 Método de la investigación

El método científico es un proceso sistemático para adquirir, desarrollar y verificar conocimientos sobre fenómenos naturales o sociales. Se apoya en la observación, la hipótesis, la experimentación y el análisis de datos. El método que pretende establecer conclusiones válidas y objetivas a través de la recopilación de datos y la aplicación de procedimientos determinados para su análisis, interpretación y verificación. El método científico es repetible y verificable, lo que permite que otros científicos reproduzcan los experimentos y confirmen los resultados (Pimienta et al., 2018).

Corresponde a un método de investigación científica, porque sigue un enfoque sistemático, estructurado y objetivo para obtener nuevos conocimientos sobre el comportamiento de los morteros con y sin adición de escoria de acero.



3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

Por «población objeto de investigación» se entiende el conjunto de elementos o personas que son objeto de una investigación y comparten características comparables. Estos individuos o elementos son objeto de observación. El grupo objeto de la recogida de información y de las conclusiones que se desean obtener es el grupo en cuestión. La población puede ser amplia o reducida, según el objetivo de la investigación; no obstante, es esencial definirla adecuadamente para garantizar la validez de las conclusiones. La población de la investigación está formada por todos los individuos que pueden participar en el estudio y que cumplen los requisitos definidos por el investigador (Alfonso et al., 2020).

La población de este estudio está compuesta por los morteros convencionales y morteros modificados con adición de materiales reciclados para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román.

3.6.2 Muestra

A efectos de realizar el análisis y extraer conclusiones sobre el conjunto de la población, la muestra de la investigación es un subconjunto de la población de estudio que se ha elegido con arreglo a criterios específicos. Dado que no siempre es posible investigar a toda la población debido a limitaciones de tiempo, recursos o accesibilidad, lo habitual es seleccionar una muestra que sea representativa del conjunto de la población y que satisfaga los mismos criterios que ésta. Dado que los resultados obtenidos a partir de la muestra se utilizan para extraer conclusiones sobre el conjunto de la población, es esencial que la muestra sea de alta calidad y que sea representativa del conjunto de la población (Alfonso et al., 2020).

La muestra de este estudio está compuesta por los grupos de prueba de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero, evaluados por medio de cubos



y pilas, a diferentes edades de curado y con proporciones de aplicación de 1.5%, 3.0% y 5.0%, con el fin de evaluar sus propiedades mecánicas.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Durante el proceso de investigación, los procesos y métodos utilizados para recopilar, analizar e interpretar los datos se denominan técnicas de investigación. La selección de estos métodos depende de la naturaleza de la investigación, los objetivos del estudio y las características de la población o muestra estudiada. La utilización de estos métodos es necesaria para garantizar la validez y corrección de los resultados obtenidos. Es posible investigar con métodos cualitativos, cuantitativos o mixtos, dependiendo del tipo de estudio que se realice y de la información que se desee recoger (Pino, 2019).

- Observación directa.
- Experimentos de laboratorio
- Análisis comparativo

3.7.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son las herramientas que se emplean para recoger, medir y registrar datos en una investigación. Para obtener información precisa, estos instrumentos son imprescindibles. Posibilitan a los investigadores recoger la información necesaria para dar respuesta a las preguntas de investigación. Hay dos tipos de instrumentos: cualitativos y cuantitativos. La elección del instrumento depende de los objetivos de la investigación, el tipo de datos que se necesiten y la técnica que se utilice (Pino, 2019).

- Tamices
- Balanza
- Prensa hidráulica



- Bandejas y taras
- Unidades de albañilería de Tipo I

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación

La validación de instrumentos es un proceso esencial en la investigación para asegurar que el instrumento de medición mida con precisión lo que se pretende medir. Esto garantiza que los resultados sean precisos, confiables y representativos, mejorando la calidad y exactitud del estudio. La validación permite reconocer cualquier sesgo o error en el instrumento y corregirlo antes de aplicarlo en la recogida de datos (Pimienta et al., 2018).

3.8.2 Confiabilidad

Cuando decimos que los instrumentos de investigación son fiables, nos estamos refiriendo a la consistencia en que un instrumento mide una variable o concepto en el tiempo. Un buen instrumento es aquel que, en condiciones similares, da resultados consistentes y repetibles. Una de las razones por las que esto es tan crucial es que si un instrumento no es confiable, los datos que se recojan serán erróneos o inconsistentes, lo que afectaría la validez de los resultados y las conclusiones del estudio (Pimienta et al., 2018).

3.9 Plan de recolección y procesamiento de datos

❖ Recolecta de materiales y ensayos

En primer lugar, los agregados utilizados en esta investigación fueron obtenidos de la cantera Unocolla, ubicada en la región. La arena utilizada en la mezcla fue cuidadosamente seleccionada y graduada, asegurando que cumpliera con las especificaciones necesarias para garantizar la calidad del mortero. Para verificar su idoneidad, se realizaron los ensayos correspondientes, como el análisis granulométrico,

que permitió asegurar que la arena cumpliera con las normas de uso para la fabricación de mortero de albañilería, garantizando así la uniformidad y las características adecuadas para la mezcla.

Figura 2

Escoria de acero



La escoria de acero utilizada en este estudio fue adquirida a través de la plataforma Mercado Libre. Una vez obtenida, la escoria fue triturada manualmente con el uso de guantes y lentes de protección, con el fin de convertirla en partículas más finas. Para ello, se empleó un combo, y posteriormente, se utilizó la malla 100 para filtrar y asegurar que solo las partículas que pasaran por ella fueran incorporadas a la mezcla del concreto.

Las adiciones se emplearon en concentraciones del 1.5%, 3% y 5%, basándose en el estudio de Coronel (2023), en el cual se identificó una brecha en la investigación. En dicho estudio, se sugiere que sería prudente investigar la incorporación de cantidades inferiores al 5% de acero en el mortero.

Para la realización de los ensayos, se elaboraron moldes de 5 cm x 5 cm, en los cuales se vertió la mezcla diseñada. Estos moldes fueron utilizados específicamente para llevar a cabo el ensayo de resistencia a la compresión.

Figura 3

Ensayo de resistencia a compresión de los cubos de mortero



Asimismo, se realizó el apilado de los ladrillos tipo I (King Kong) para la preparación de las muestras de albañilería, las cuales fueron sometidas a los ensayos correspondientes para evaluar su desempeño estructural. Estos ensayos se realizaron a los 3, 7 y 14 días, ya que, en la construcción, los muros de albañilería suelen ser curados durante un máximo de dos semanas.

Ensayo de resistencia del mortero

El ensayo de compresión es el más elemental para determinar la calidad del mortero, ya que determina su capacidad para resistir cargas sin fallar. En este tipo de ensayo se comprimen a cubos de mortero normalizados y se obtiene su resistencia a la compresión en estado endurecido, dato necesario para asegurar un buen comportamiento del material en la edificación. El procedimiento para llevar a cabo este ensayo se describe a continuación, según la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051, la cual define los métodos para determinar la resistencia de morteros de cemento.



1. Preparación de las Muestras

- **Tamaño del cubo:** Para el ensayo de compresión se emplean cubos de mortero de 5 cm x 5 cm x 5 cm. Este tamaño estandarizado asegura que las muestras sean consistentes en cuanto a volumen y forma, lo que permite obtener resultados comparables entre diferentes ensayos y tipos de mortero.
- **Colocación del mortero:** El mortero se vierte en 3 moldes o formas de manera uniforme para asegurar la distribución del mortero. El método de colocación consiste en verter el mortero en capas para garantizar la eliminación de burbujas de aire que puedan alterar el ensayo.
- **Compactación:** Para asegurar la compactación, el mortero se golpea 32 veces sobre cada capa del mortero durante 10 segundos. Esta operación elimina las burbujas de aire y garantiza que el mortero se distribuya uniformemente y quede compacto en el molde, esencial para la exactitud del ensayo.
- **Alisado de la superficie:** Una vez compactado el mortero, la superficie exterior del molde se alisa con la llana. Este paso garantiza una superficie plana y sin irregularidades en el mortero, permitiendo una aplicación uniforme de la carga en la prueba de compresión.

2. Curado del Mortero

Una vez que el mortero ha sido colocado en los moldes y compactado, las muestras deben someterse a un proceso de endurecimiento. El endurecimiento es esencial para que el mortero alcance la resistencia necesaria.

- **Condiciones de curado:** Las muestras se sumergen en agua potable a temperatura controlada. El curado en estas condiciones mantiene hidratado el cemento y, por lo tanto, el mortero alcanza su máxima resistencia con el tiempo.
- **Tiempo de curado:** Las muestras de mortero se dejan fraguar por distintos tiempos; normalmente 3 días, 7 días y 28 días. Estos periodos miden cómo va evolucionando

la resistencia del mortero a medida que se hidrata y desarrolla sus propiedades mecánicas. El análisis en distintos días nos da una idea de cómo se comporta el mortero en su desarrollo y maduración.

3. Prueba de Resistencia a la Compresión

Una vez que el mortero ha sido curado durante los períodos especificados, se realiza el ensayo de compresión en una máquina de pruebas de compresión. El procedimiento para realizar esta prueba es el siguiente:

- Colocación en la Máquina de Ensayo: Los cubos de mortero se colocan de manera que las caras del cubo estén alineadas correctamente en la máquina de compresión. La máquina aplica una carga de manera gradual hasta que el cubo de mortero alcanza su punto de ruptura.
- Carga Aplicada: La carga máxima que el cubo soporta antes de romperse o sufrir una deformación irreversible se registra como el valor de la resistencia a la compresión del mortero. Este valor se expresa generalmente en kg/cm^2 o MPa. La carga máxima es directamente proporcional a la resistencia del mortero a las tensiones a las que será sometido en su aplicación.

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

Donde:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del mortero (Kg/cm^2).

P = Carga máxima aplicada (Kgf).

A = Área de la zona de presión (cm^2), que corresponde al área de la cara del cubo del mortero que se encuentra en contacto con la máquina de compresión.

❖ Resistencia Axial - Pilas de Albañilería ($F'm$)

Es fundamental realizar una prueba de resistencia a la compresión en pilares de mampostería para determinar la capacidad de las estructuras de mampostería de soportar



las cargas axiales a las que se verán sometidas a lo largo de su vida útil. Un ensayo de este tipo se realiza para conocer la resistencia a la compresión de los prismas de mampostería, componente esencial para asegurar la solidez estructural y la seguridad de los muros y otros componentes de mampostería en la industria de la construcción. La Norma Técnica Peruana (NTP) 399.605 es la que regula el método. Esta norma define los principios y criterios que se deben seguir para realizar los ensayos de manera exacta y confiable. Todo el procedimiento de preparación de pilotes de mampostería para evaluar su resistencia a compresión axial se describe en los siguientes párrafos.

1. Preparación

- **Selección de Unidades de Mampostería:** Antes de la preparación de las probetas, las unidades de mampostería (ladrillos, bloques o piedras) se seleccionan de acuerdo con los parámetros definidos en la norma técnica. Es importante que las unidades sean representativas del tipo de material que se utilizará en la construcción real. Esto garantiza que los resultados obtenidos sean representativos de las condiciones de la obra y que la calidad del material se ajuste a los requisitos de la edificación.
- **Tratamiento de las Unidades:** Las unidades seleccionadas deben ser tratadas con humedad antes de ser utilizadas en la fabricación de los prismas de albañilería. Este tratamiento es necesario para simular las condiciones que se presentarán en la obra, donde las unidades estarán expuestas a la humedad durante su vida útil. El tratamiento con humedad asegura que las unidades de mampostería no estén excesivamente secas al momento de la prueba, lo que podría afectar la calidad y la resistencia del mortero en las uniones.
- **Preparación de los Prismas de Albañilería:** Una vez que las unidades de mampostería han sido tratadas, se procede a la preparación de los prismas. Se deben preparar un mínimo de tres prismas, con un espesor total de 1,5 cm. Esta configuración asegura que los prismas sean representativos y proporcionales a los

elementos que se utilizarán en la construcción. La alineación de las unidades es crucial para que las fuerzas de compresión se apliquen de manera uniforme durante el ensayo.

- Aplicación de la Alineación Vertical: Durante la preparación de las probetas, las muestras deben alinearse en posición vertical. Esto se realiza utilizando una regla y un rebaje, lo que permite asegurar que las unidades estén correctamente alineadas y que las fuerzas de compresión se apliquen de manera adecuada sobre toda la superficie de los prismas.

2. Curado de los Prismas de Albañilería

Una vez listos los prismas, deben curarse en condiciones controladas para que el mortero se endurezca. El curado es vital para que las muestras alcancen su máxima resistencia:

- Curado por 2 semanas: Los prismas de mampostería deben curarse durante 2 semanas en ambiente húmedo para mantener hidratado el mortero y que desarrolle sus propiedades mecánicas.

3. Ensayo de Resistencia a la Compresión

Una vez que los prismas han curado, se lleva a cabo el ensayo de resistencia a compresión axial en una prensa hidráulica:

- Carga Axial: Los prismas de mampostería se colocan en la prensa hidráulica y se les aplica una carga axial creciente. Esta carga se aplica controladamente, en incrementos, hasta que los prismas fallan. El ensayo determina la resistencia de la fábrica a fuerzas de compresión que se le pueden aplicar en la realidad.
- Medición de la Carga Máxima: La carga máxima que pueden soportar los prismas antes de romperse se anota en el ensayo. Este valor es determinante para establecer la resistencia a la compresión axial de la mampostería. La carga máxima es proporcional a la resistencia del material y es la que se usa para determinar la

capacidad de la mampostería a resistir las cargas estructurales a las que será sometida en la edificación.

Figura 4

Muestras para el ensayo de pilas



3.9.1 Análisis e interpretación de los resultados

El análisis e interpretación de resultados es el proceso por el cual se examinan e interpretan los datos recogidos en una investigación, con el objetivo de sacar conclusiones y responder a las preguntas de la investigación. En el análisis, los datos se codifican, categorizan y analizan estadísticamente, cualitativamente o de manera mixta, en dependencia del diseño de la investigación. Interpretar: poner los resultados en contexto, relacionarlos con los objetivos planteados al inicio de la investigación y discutirlos en términos de la teoría y la evidencia previa. Este proceso es fundamental para verificar hipótesis, descubrir patrones, investigar relaciones entre variables y crear conocimiento aplicable.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los resultados de la investigación en relación con las características de la arena utilizada, el diseño del mortero y las proporciones de los materiales empleados, específicamente la escoria de acero. Los resultados se exponen mediante las tablas y gráficos correspondientes para una mejor visualización y comprensión.

Además, se presentan los resultados de las resistencias a la compresión del mortero tradicional, así como del mortero con la adición de escoria de acero en concentraciones del 1.5%, 3% y 5%. Los cubos de mortero utilizados para los ensayos tienen unas dimensiones de 5 cm x 5 cm, y los valores de resistencia obtenidos se muestran de manera clara en las tablas y gráficos correspondientes.

Asimismo, se incluyen los resultados de las resistencias a la compresión de las pilas de albañilería elaboradas con mortero tradicional y con mortero modificado mediante la incorporación de escoria de acero. Estos resultados también se presentan en tablas y gráficos para facilitar la interpretación y análisis comparativo.

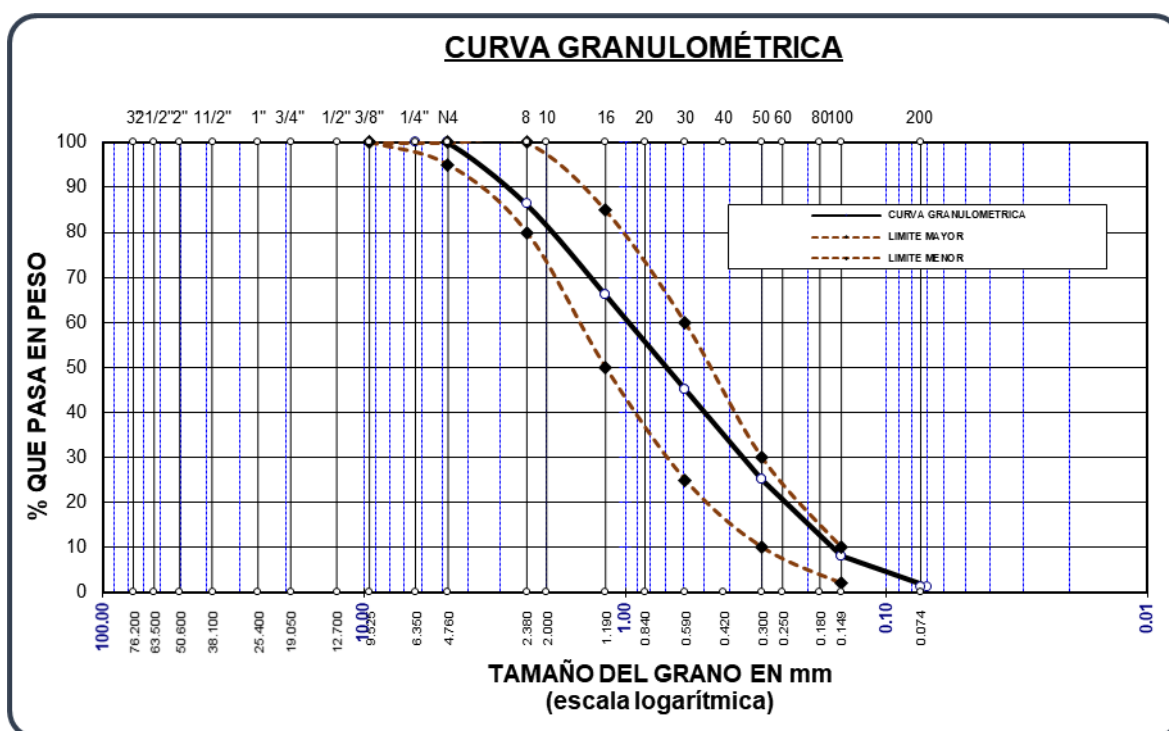
Tabla 2

Gradación de la arena

TAMICES	PESOS RETENIDOS	% RETENIDOS	%RET. ACUMULADOS	% PASANTE
No4	0.00	0.00	0.00	100.00
No8	68.54	13.71	13.71	86.29
No16	100.33	20.07	33.77	66.23
No30	105.21	21.04	54.82	45.18
No 50	100.54	20.11	74.92	25.08
No100	84.67	16.93	91.86	8.14
No200	33.88	6.78	98.63	1.37
BASE	6.83	1.37	100.00	0.00
TOTAL	500.00	100.00		
% PÉRDIDA	1.37			

Figura 5

Gradación de la arena



Se muestra la gradación del agregado usado de la cantera Unocolla, donde se predomina material fino para el mortero.

4.1.1 Estimación de las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero

❖ Gradación del material

Tabla 3

Datos de los materiales

Diseño del mortero					
Detalles	PUS (kg/m ³)	PUC (kg/m ³)	Peso específico	%Abs	%Humedad
Arena	1537	1667	2.08	7.15	4.81
Cemento	1200	-	3	-	-

❖ Vacíos

$$\% \text{ de vacios} = \left(1 - \frac{\text{PUC}}{\text{Pe(arena)} * \gamma_w} \right) * 100$$

$$\% \text{ de vacios} = \left(1 - \frac{1667}{2.75 * 1000} \right) * 100$$

$$\% \text{ de vacios} = 39.38$$

❖ Relación de agua y cemento

$$a/c = 0.55$$

❖ Cálculo de volumen de pasta para la relación deseada

$$1 \text{ bolsa} = 42.50 \text{ kg}$$

$$a/c = 0.55$$

$$V. a = 0.55(42.50) = 23.38 \text{ lt}$$



$$\text{Volumen de agua} = 23.38 \text{ lt} = 0.0234 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del cemento} = \left(\frac{42.50}{3 * 1000} \right)$$

$$\text{Volumen del cemento} = 0.0142 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de la pasta} = \text{V. agua} + \text{V. cemento}$$

$$\text{Volumen de la pasta} = 0.0375 \text{ m}^3$$

❖ Cantidad de cemento para 1m³ de mortero

$$\text{Peso de cemento} = \left(\frac{42.50 * 39.38}{0.0375 * 100} \right)$$

$$\text{Peso de cemento} = 446.31 \text{ kg}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Bolsas} = 10.5 \text{ bolsas}$$

❖ Cantidad de agua para mortero de 1m³

$$\text{Agua} = (446.31 * 0.55)$$

$$\text{Agua} = 245.47 \text{ lt}$$

$$\text{Vol arena para 1m}^3 = 1667 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de absorcion en la arena} = \left(\frac{1667 * 7.15}{100} \right)$$

$$\text{Agua de absorcion en la arena} = 119.19 \text{ lt}$$

$$\text{Agua resto a la humedad de la arena} = \left(\frac{1667 * 4.81}{100} \right)$$

$$\text{Agua resto a la humedad de la arena} = 80.18 \text{ lt}$$

$$\text{Agua total} = 245.47 \text{ lt} + 119.19 \text{ lt} - 80.18 \text{ lt}$$

$$\text{Agua total} = 284.48 \text{ lt}$$

Tabla 4*Dosificación final*

Datos	Peso seco para 1m ³ (KG)	Peso seco para 1 bolsa	Volumen para 1m ³	Proporción por volumen
Cemento	446.31	42.50	0.3719	1.00
Arena	1667.00	158.74	1.0846	2.92
Agua	284.48	27.09	0.2845	0.76

La dosificación final del mortero se presenta con una proporción de 1:2.92:0.76, correspondiente a cemento, arena y agua, respectivamente.

Tabla 5*Dosificación final*

Elementos	Diseño control	1.5% ESAC	3% ESAC	5% ESAC
	Peso seco para 1m ³ (KG)			
Cemento	446.31	446.31	446.31	446.31
Arena	1667	1667	1667	1667
Agua	284.48	284.48	284.48	284.48
Escoria de Acero	-	6.69465 kg	13.3893 kg	22.3155 kg

Se presenta la cantidad de material utilizado en kilogramos (kg) de escoria de acero en el diseño del mortero para los siguientes ensayos.

4.1.2 Variación de la resistencia a compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero

❖ Esfuerzos compresivos a 7 días

Tabla 6

Esfuerzos compresivos del mortero

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	25.00	2945.00	117.80
MOR-2		24.90	2934.00	117.83
MOR-3		24.90	2939.00	118.03
MOR-4		25.00	2952.00	118.08
Promedio				117.94

Se presentan los resultados de los esfuerzos compresivos del mortero, medidos en kg/m², de cuatro muestras (MOR-1 a MOR-4). Los esfuerzos de rotura varían entre 117.80 kg/m² y 118.08 kg/m², con un promedio general de 117.94 kg/m² y una desviación estándar de 0.141. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 118.08 kg/m², mientras que MOR-1 tiene el valor más bajo con 117.80 kg/m². Estos resultados indican una pequeña variabilidad entre las muestras.

Tabla 7

Esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de ESAC

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	25.00	3074.00	122.96
MOR-2		24.90	3097.00	124.38
MOR-3		24.90	3099.00	124.46
MOR-4		25.00	3098.00	123.92
Promedio				123.93

Se presentan los resultados de los esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de escoria de acero (ESAC), medidos en kg/m². Los valores de rotura varían entre 122.96 kg/m² y 124.46 kg/m², con un promedio general de 123.93 kg/m² y una desviación estándar de 0.689. La muestra MOR-3 muestra el mayor esfuerzo con 124.46 kg/m², seguida de MOR-2 con 124.38 kg/m².

Tabla 8*Esfuerzos compresivos del mortero con 3% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	24.95	3168.00	126.97
MOR-2		25.00	3167.00	126.68
MOR-3		24.90	3168.00	127.23
MOR-4		24.90	3173.00	127.43
Promedio				127.08

Se presentan los resultados de los esfuerzos compresivos del mortero con 3% de escoria de acero (ESAC), medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 126.68 kg/m² y 127.43 kg/m², con un promedio general de 127.08 kg/m² y una desviación estándar de 0.325. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 127.43 kg/m², seguida de MOR-3 con 127.23 kg/m².

Tabla 9*Esfuerzos compresivos del mortero con 5% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	25.00	3206.00	128.24
MOR-2		25.00	3217.00	128.68
MOR-3		24.95	3228.00	129.38
MOR-4		24.95	3215.00	128.86
Promedio				128.79

Se muestran los resultados de los esfuerzos compresivos del mortero con 5% de escoria de acero (ESAC), medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 128.24 kg/m² y 129.38 kg/m², con un promedio general de 128.79 kg/m² y una desviación estándar de 0.472. La muestra MOR-3 presenta el mayor esfuerzo con 129.38 kg/m², mientras que MOR-1 tiene el valor más bajo con 128.24 kg/m². Estos resultados indican que al aumentar la proporción de escoria de acero, el esfuerzo de rotura mejora ligeramente en comparación con las muestras con menor porcentaje de ESAC.

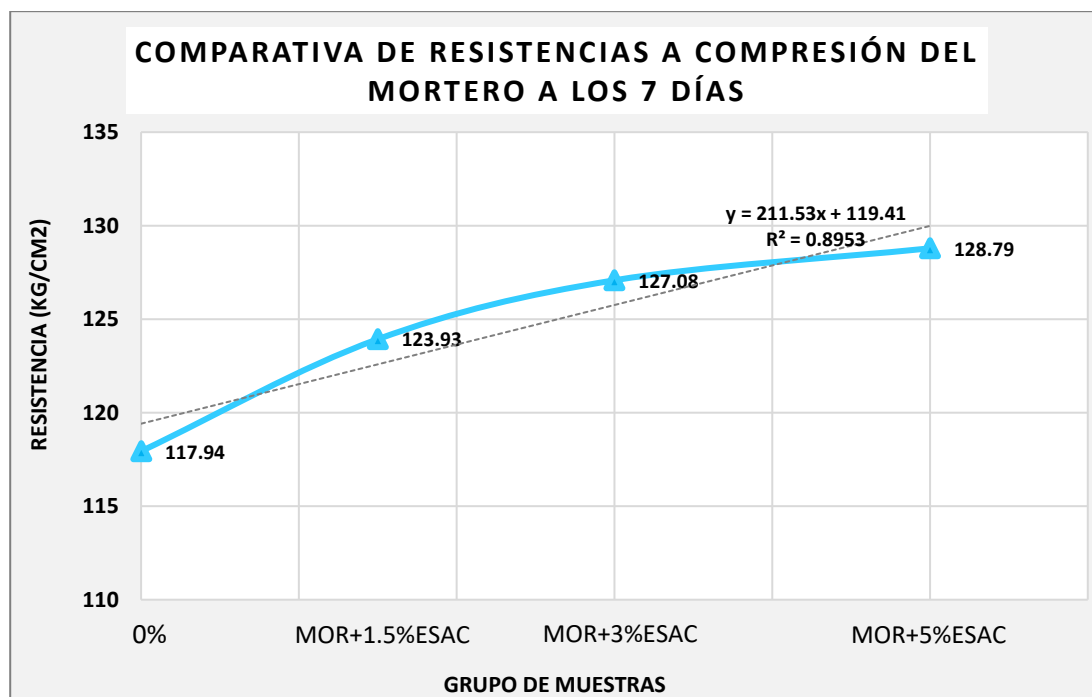
Tabla 10

Comparativas a 7 días de curado

Esfuerzo a compresión del mortero (kg/cm ²)	
Detalles	7 días
Mortero de diseño	117.94
MOR+1.5%ESAC	123.93
MOR+3%ESAC	127.08
MOR+5%ESAC	128.79

Figura 6

Comparativas a 7 días de curado



se presentan las comparativas de los esfuerzos a los 7 días de curado del mortero de diseño y los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 117.94 kg/m² y 128.79 kg/m². El mortero de diseño tiene el esfuerzo más bajo con 117.94 kg/m², mientras que el mortero con 5% de ESAC tiene el mayor esfuerzo con 128.79 kg/m². Estos resultados muestran un aumento progresivo en la resistencia del mortero con la adición de escoria de acero, destacándose el mortero con 5% de ESAC como el más resistente.

❖ Esfuerzos compresivos a 14 días

Tabla 11

Esfuerzos compresivos del mortero

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	25.00	3682.00	147.28
MOR-2		24.90	3671.00	147.43
MOR-3		24.95	3669.00	147.05
MOR-4		25.00	3672.00	146.88
Promedio				147.16

Se presentan los esfuerzos compresivos del mortero de diseño, con 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 146.88 kg/m² y 147.43 kg/m², con un promedio general de 147.16 kg/m² y una desviación estándar de 0.243. La muestra MOR-2 muestra el mayor esfuerzo con 147.43 kg/m², mientras que MOR-4 tiene el valor más bajo con 146.88 kg/m².

Tabla 12

Esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de ESAC

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	24.95	3754.00	150.46
MOR-2		24.85	3748.00	150.82
MOR-3		25.00	3744.00	149.76
MOR-4		24.95	3756.00	150.54
Promedio				150.40

Se presentan los esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de escoria de acero (ESAC) y 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 149.76 kg/m² y 150.82 kg/m², con un promedio general de 150.40 kg/m² y una desviación estándar de 0.451. La muestra MOR-2 muestra el mayor esfuerzo con 150.82 kg/m², seguida de MOR-1 con 150.46 kg/m².

Tabla 13*Esfuerzos compresivos del mortero con 3% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	24.90	3844.00	154.38
MOR-2		25.00	3852.00	154.08
MOR-3		24.90	3849.00	154.58
MOR-4		25.00	3851.00	154.04
Promedio				154.27

Se presentan los esfuerzos compresivos del mortero con 3% de escoria de acero (ESAC) y 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 154.04 kg/m² y 154.58 kg/m², con un promedio general de 154.27 kg/m² y una desviación estándar de 0.256. La muestra MOR-3 muestra el mayor esfuerzo con 154.58 kg/m², seguida de MOR-1 con 154.38 kg/m².

Tabla 14*Esfuerzos compresivos del mortero con 5% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	24.90	3898.00	156.55
MOR-2		25.00	3889.00	155.56
MOR-3		25.00	3887.00	155.48
MOR-4		24.90	3899.00	156.59
Promedio				156.04

Se muestran los esfuerzos compresivos del mortero con 5% de escoria de acero (ESAC) y 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 155.48 kg/m² y 156.59 kg/m², con un promedio general de 156.04 kg/m² y una desviación estándar de 0.607. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 156.59 kg/m², seguida de MOR-1 con 156.55 kg/m². Estos resultados evidencian que el mortero con 5% de escoria de acero proporciona una mayor resistencia, con una mínima variabilidad entre las muestras.

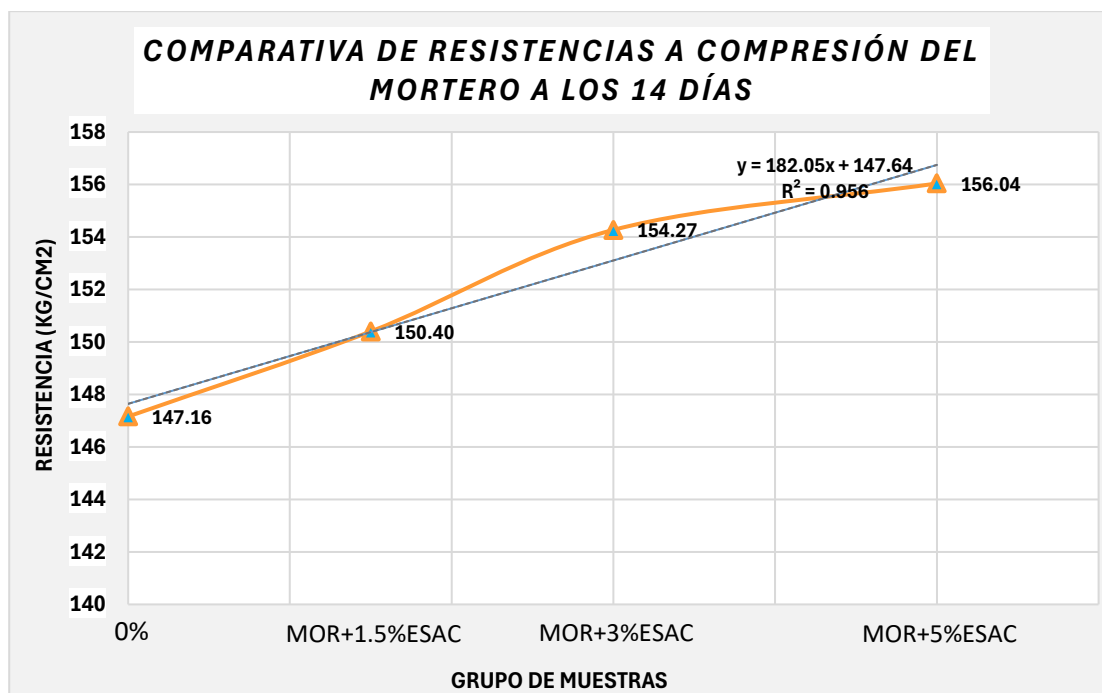
Tabla 15

Comparativas a 14 días de curado

Esfuerzo a compresión del mortero (kg/cm ²)	
Detalles	14 días
Mortero de diseño	147.16
MOR+1.5%ESAC	150.40
MOR+3%ESAC	154.27
MOR+5%ESAC	156.04

Figura 7

Comparativas a 14 días de curado



Se presentan las comparativas de los esfuerzos a los 14 días de curado del mortero de diseño y los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 147.16 kg/m² y 156.04 kg/m². El mortero de diseño tiene el esfuerzo más bajo con 147.16 kg/m², mientras que el mortero con 5% de ESAC tiene el mayor esfuerzo con 156.04 kg/m². Estos resultados muestran que, al igual que a los 7 días, el mortero con mayor porcentaje de escoria de acero presenta la mejor resistencia.

❖ Esfuerzos compresivos a 28 días

Tabla 16

Esfuerzos compresivos del mortero

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	28 días	25.00	4291.00	171.64
MOR-2		24.90	4302.00	172.77
MOR-3		25.00	4300.00	172.00
MOR-4		24.90	4290.00	172.29
Promedio				172.18

Se presentan los esfuerzos compresivos del mortero de diseño, con 28 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 171.64 kg/m² y 172.77 kg/m², con un promedio general de 172.18 kg/m² y una desviación estándar de 0.478. La muestra MOR-2 presenta el mayor esfuerzo con 172.77 kg/m², seguida de MOR-4 con 172.29 kg/m². Estos resultados muestran que el mortero con 28 días de curado mantiene una resistencia consistente, con una ligera variabilidad entre las muestras.

Tabla 17

Esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de ESAC

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	28 días	24.90	4382.00	175.98
MOR-2		25.00	4379.00	175.16
MOR-3		24.95	4387.00	175.83
MOR-4		24.95	4385.00	175.75
Promedio				175.68

Se presentan los esfuerzos compresivos del mortero con 1.5% de escoria de acero (ESAC) y 28 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 175.16 kg/m² y 175.98 kg/m², con un promedio general de 175.68 kg/m² y una desviación estándar de 0.360. La muestra MOR-1 muestra el mayor esfuerzo con 175.98 kg/m², seguida de MOR-3 con 175.83 kg/m². Estos resultados indican que el mortero con 1.5% de escoria de acero mantiene una resistencia bastante uniforme, con ligeras variaciones entre las muestras.

Tabla 18*Esfuerzos compresivos del mortero con 3% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	28 días	24.95	4472.00	179.24
MOR-2		25.00	4469.00	178.76
MOR-3		24.95	4477.00	179.44
MOR-4		24.90	4475.00	179.72
Promedio				179.29

Se presentan los esfuerzos compresivos del mortero con 3% de escoria de acero (ESAC) y 28 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 178.76 kg/m² y 179.72 kg/m², con un promedio general de 179.29 kg/m² y una desviación estándar de 0.404. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 179.72 kg/m², seguida de MOR-1 con 179.24 kg/m².

Tabla 19*Esfuerzos compresivos del mortero con 5% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	28 días	25.00	4507.00	180.28
MOR-2		24.90	4494.00	180.48
MOR-3		25.00	4505.00	180.20
MOR-4		24.95	4496.00	180.20
Promedio				180.29

Se presentan los esfuerzos compresivos del mortero con 5% de escoria de acero (ESAC) y 28 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 180.20 kg/m² y 180.48 kg/m², con un promedio general de 180.29 kg/m² y una desviación estándar de 0.132. La muestra MOR-2 muestra el mayor esfuerzo con 180.48 kg/m², seguida de MOR-1 con 180.28 kg/m². Estos resultados indican que el mortero con 5% de escoria de acero muestra una resistencia consistente, con una mínima variabilidad entre las muestras.

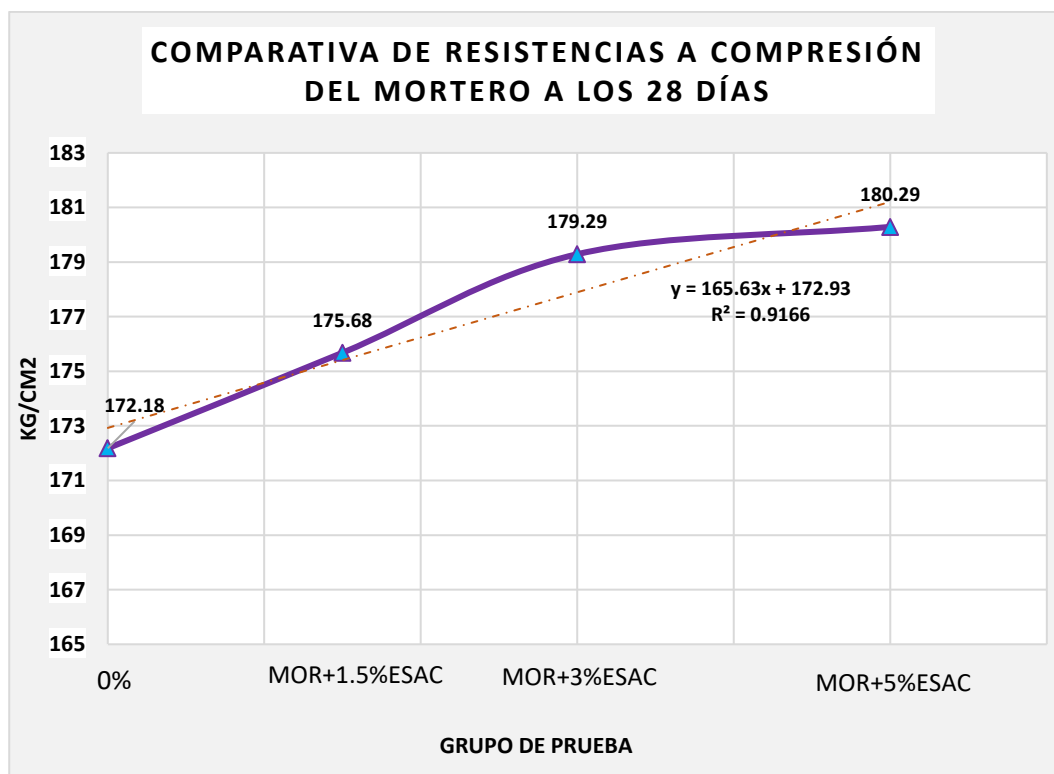
Tabla 20

Comparativas a 28 días de curado

Esfuerzo a compresión del mortero (kg/cm ²)	
Detalles	28 días
Mortero de diseño	172.18
MOR+1.5%ESAC	175.68
MOR+3%ESAC	179.29
MOR+5%ESAC	180.29

Figura 8

Comparativas a 28 días de curado



Se muestran los comparativas de esfuerzos a 28 días de curado del mortero de diseño y los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 172.18 kg/m² y 180.29 kg/m². El mortero de diseño tiene el esfuerzo más bajo con 172.18 kg/m², mientras que el mortero con 5% de ESAC tiene el mayor esfuerzo con 180.29 kg/m². Se observa un aumento considerable en la resistencia del mortero a medida que aumenta el porcentaje de escoria de acero.

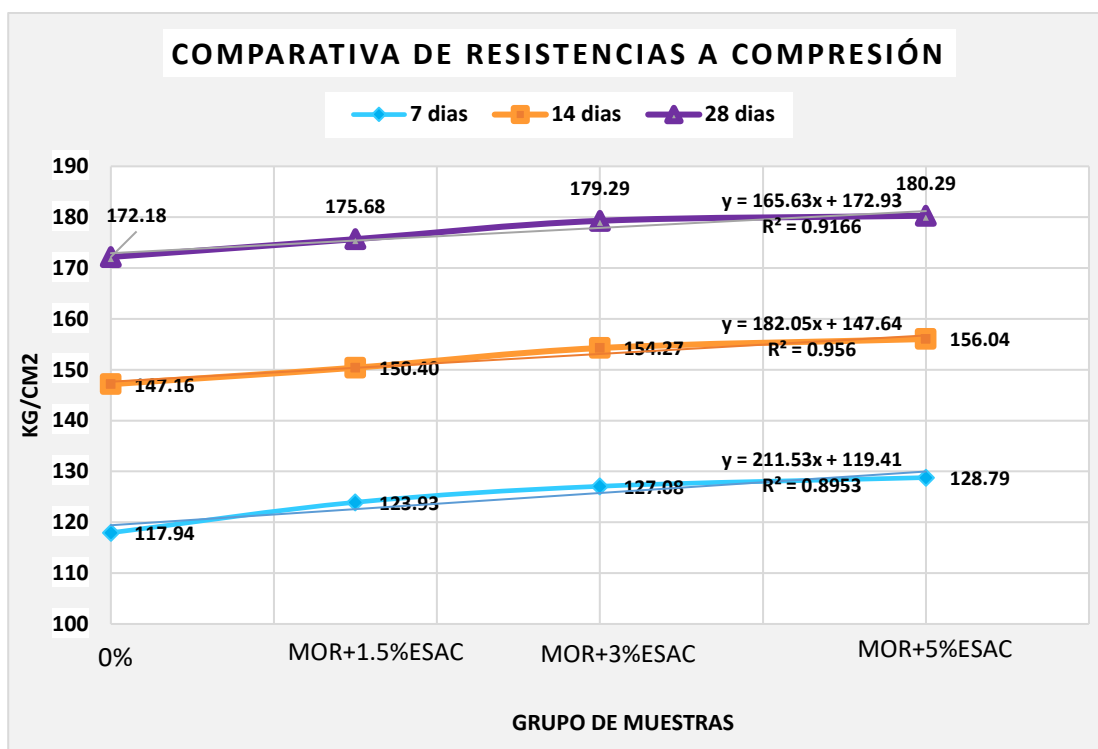
Tabla 21

Comparativa final

Esfuerzo a compresión del mortero (kg/cm ²)			
Detalles	7 días	14 días	28 días
Mortero de diseño	117.94	147.16	172.18
MOR+1.5%ESAC	123.93	150.40	175.68
MOR+3%ESAC	127.08	154.27	179.29
MOR+5%ESAC	128.79	156.04	180.29

Figura 9

Comparativa final



Se presenta la comparativa final de los esfuerzos a la compresión del mortero a los 7, 14 y 28 días de curado, tanto para el mortero de diseño como para los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². Se observa un aumento significativo en los esfuerzos a medida que pasa el tiempo, especialmente con el mortero que contiene 5% de ESAC, que presenta los mayores valores de esfuerzo en todos los tiempos de curado, alcanzando 180.29 kg/m² a los 28 días. El mortero de diseño tiene los valores más bajos, con 117.94 kg/m² a los 7 días y alcanzando 172.18 kg/m² a los 28 días.

4.1.3 Variación de la resistencia a compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero

❖ Esfuerzos compresivos en pilas a 3 días

Tabla 22

Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	3 días	298.45	8024.00	26.89
MOR-2		294.84	7970.00	27.03
MOR-3		296.64	7970.00	26.87
MOR-4		294.84	7988.00	27.09
Promedio				26.97

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional, con 3 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 26.87 kg/m² y 27.09 kg/m², con un promedio general de 26.97 kg/m² y una desviación estándar de 0.107. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 27.09 kg/m², seguida de MOR-2 con 27.03 kg/m².

Tabla 23

Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de ESAC

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	3 días	298.45	8405.00	28.16
MOR-2		294.84	8412.00	28.53
MOR-3		296.64	8414.00	28.36
MOR-4		294.84	8420.00	28.56
Promedio				28.40

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de escoria de acero (ESAC), con 3 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 28.16 kg/m² y 28.56 kg/m², con un promedio general de 28.40 kg/m² y una desviación estándar de 0.184. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 28.56 kg/m², seguida de MOR-2 con 28.53 kg/m².

Tabla 24*Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	3 días	297.82	8855.00	29.73
MOR-2		295.47	8892.00	30.09
MOR-3		297.28	8874.00	29.85
MOR-4		295.47	8880.00	30.05
Promedio				29.93

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de escoria de acero (ESAC), con 3 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 29.73 kg/m² y 30.09 kg/m², con un promedio general de 29.93 kg/m² y una desviación estándar de 0.170. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 30.05 kg/m², seguida de MOR-2 con 30.09 kg/m².

Tabla 25*Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	3 días	297.82	9263.00	31.10
MOR-2		295.47	9279.00	31.40
MOR-3		297.28	9278.00	31.21
MOR-4		295.47	9264.00	31.35
Promedio				31.27

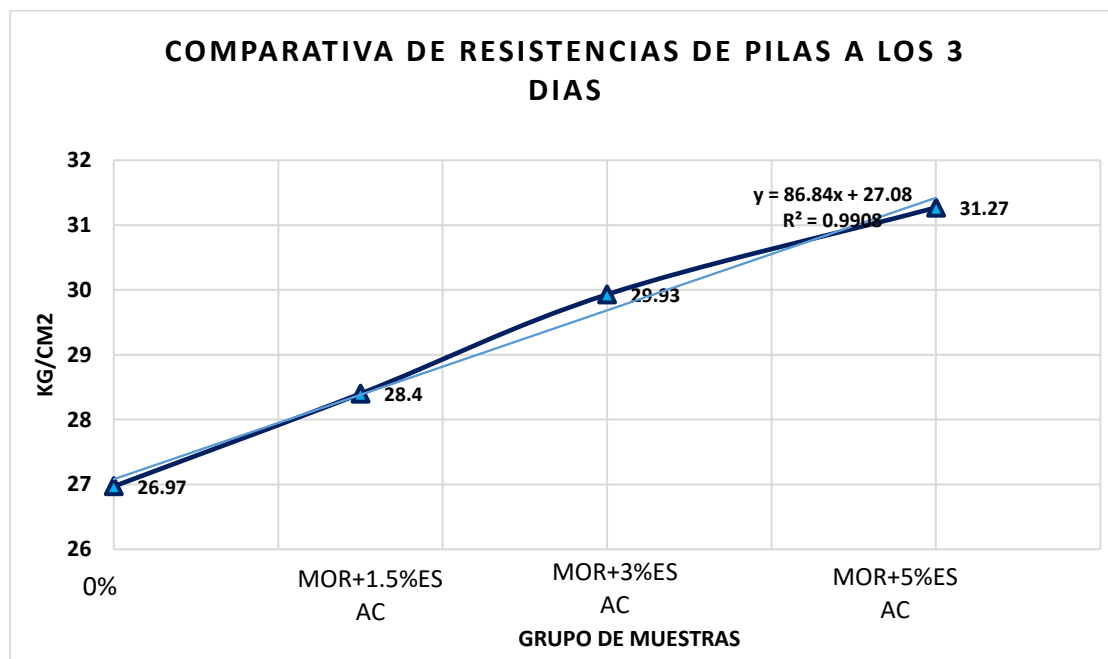
Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de escoria de acero (ESAC), con 3 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 31.10 kg/m² y 31.40 kg/m², con un promedio general de 31.27 kg/m² y una desviación estándar de 0.136. La muestra MOR-2 muestra el mayor esfuerzo con 31.40 kg/m², seguida de MOR-4 con 31.35 kg/m².

Tabla 26

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 3 días de curado

Esfuerzo a compresión de pilas con el mortero (kg/cm ²)	
Detalles	3días
Mortero de diseño	26.97
MOR+1.5%ESAC	28.4
MOR+3%ESAC	29.93
MOR+5%ESAC	31.27

Figura 10

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 3 días de curado

Se presentan las comparativas de los esfuerzos compresivos de pilas a los 3 días de curado del mortero de diseño y los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 26.97 kg/m² y 31.27 kg/m². El mortero de diseño tiene el esfuerzo más bajo con 26.97 kg/m², mientras que el mortero con 5% de ESAC tiene el mayor esfuerzo con 31.27 kg/m².

❖ Esfuerzos compresivos en pilas a 7 días

Tabla 27

Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	297.28	9464.00	31.84
MOR-2		297.18	9457.00	31.82
MOR-3		297.40	9474.00	31.86
MOR-4		298.20	9478.00	31.78
Promedio				31.82

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional, con 7 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 31.78 kg/m² y 31.86 kg/m², con un promedio general de 31.82 kg/m² y una desviación estándar de 0.034. La muestra MOR-3 muestra el mayor esfuerzo con 31.86 kg/m², seguida de MOR-1 con 31.84 kg/m².

Tabla 28

Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de ESAC

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	297.28	9954.00	33.48
MOR-2		297.18	9932.00	33.42
MOR-3		297.40	9949.00	33.45
MOR-4		298.20	9960.00	33.40
Promedio				33.44

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de escoria de acero (ESAC), con 7 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 33.40 kg/m² y 33.48 kg/m², con un promedio general de 33.44 kg/m² y una desviación estándar de 0.035. Las muestras MOR-1 y MOR-3 muestran el mayor esfuerzo con 33.48 kg/m² y 33.45 kg/m² respectivamente, mientras que MOR-4 tiene el valor más bajo con 33.40 kg/m².

Tabla 29*Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	296.88	10104.00	34.03
MOR-2		297.82	10230.00	34.35
MOR-3		297.28	10129.00	34.07
MOR-4		298.32	10242.00	34.33
Promedio				34.20

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de escoria de acero (ESAC), con 7 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 34.03 kg/m² y 34.35 kg/m², con un promedio general de 34.20 kg/m² y una desviación estándar de 0.168. La muestra MOR-3 presenta el mayor esfuerzo con 34.07 kg/m², seguida de MOR-4 con 34.33 kg/m².

Tabla 30*Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	7 días	297.28	10854.00	36.51
MOR-2		298.20	10860.00	36.42
MOR-3		296.64	10809.00	36.44
MOR-4		297.82	10842.00	36.41
Promedio				36.44

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de escoria de acero (ESAC), con 7 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 36.41 kg/m² y 36.51 kg/m², con un promedio general de 36.44 kg/m² y una desviación estándar de 0.045. La muestra MOR-1 muestra el mayor esfuerzo con 36.51 kg/m², seguida de MOR-3 con 36.44 kg/m².

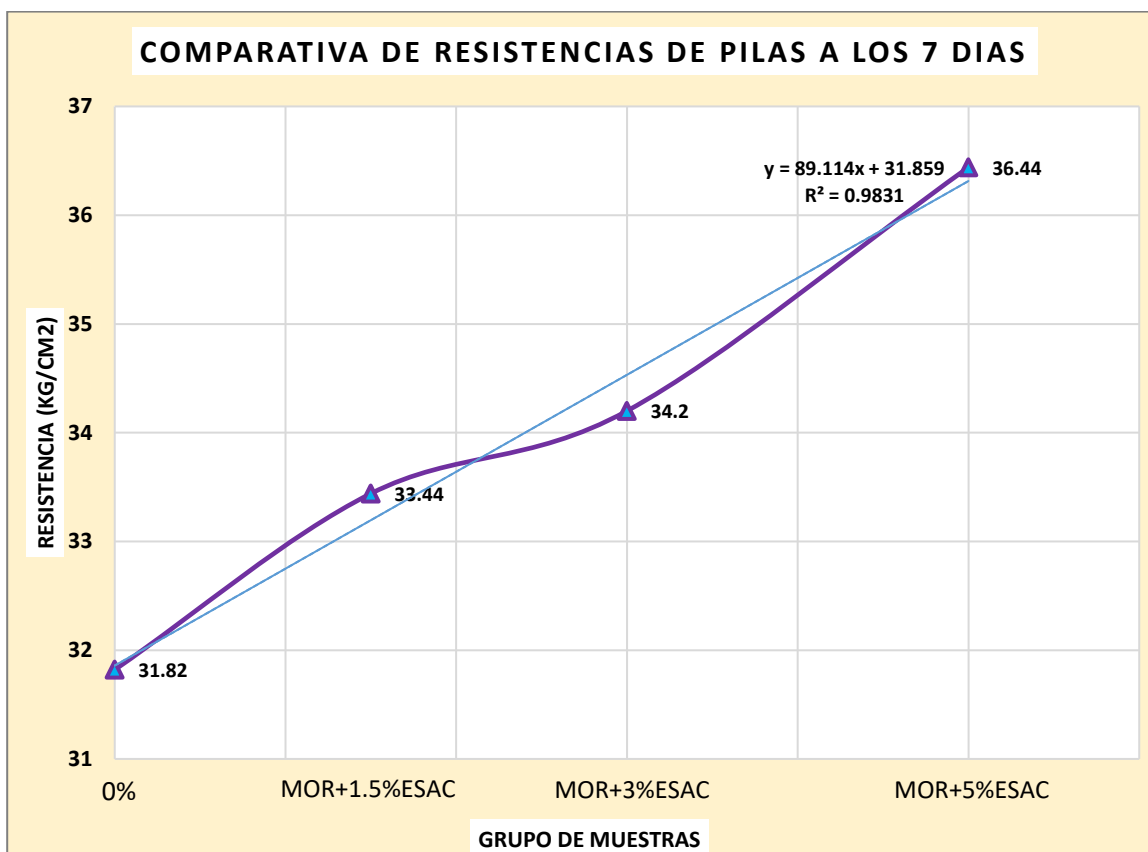
Tabla 31

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 7 días de curado

Esfuerzo a compresión de pilas con el mortero	
Detalles	7 días (kg/cm ²)
Mortero de diseño	31.82
MOR+1.5%ESAC	33.44
MOR+3%ESAC	34.20
MOR+5%ESAC	36.44

Figura 11

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 7 días de curado



Se presentan las comparativas de los esfuerzos compresivos de pilas a los 7 días de curado del mortero de diseño y los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 31.82 kg/m² y 36.44 kg/m². El mortero de diseño tiene el esfuerzo más bajo con 31.82 kg/m², mientras que el mortero con 5% de ESAC tiene el mayor esfuerzo con 36.44 kg/m².

❖ **Esfuerzos compresivos en pilas a 14 días****Tabla 32***Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	296.64	10647.00	35.89
MOR-2		295.09	10619.00	35.99
MOR-3		297.75	10609.00	35.63
MOR-4		298.32	10689.00	35.83
Promedio				35.83

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero tradicional, con 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 35.63 kg/m² y 35.99 kg/m², con un promedio general de 35.83 kg/m² y una desviación estándar de 0.152. La muestra MOR-2 muestra el mayor esfuerzo con 35.99 kg/m², seguida de MOR-1 con 35.89 kg/m².

Tabla 33*Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	296.64	11207.00	37.78
MOR-2		295.09	11119.00	37.68
MOR-3		297.75	11209.00	37.65
MOR-4		298.32	11289.00	37.84
Promedio				37.74

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 1.5% de escoria de acero (ESAC), con 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 37.65 kg/m² y 37.84 kg/m², con un promedio general de 37.74 kg/m² y una desviación estándar de 0.088. La muestra MOR-4 muestra el mayor esfuerzo con 37.84 kg/m², seguida de MOR-1 con 37.78 kg/m².

Tabla 34*Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	295.78	11449.00	38.71
MOR-2		294.84	11450.00	38.83
MOR-3		296.64	11495.00	38.75
MOR-4		298.32	11475.00	38.47
Promedio				38.69

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 3% de escoria de acero (ESAC), con 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 38.47 kg/m² y 38.83 kg/m², con un promedio general de 38.69 kg/m² y una desviación estándar de 0.155. La muestra MOR-2 presenta el mayor esfuerzo con 38.83 kg/m², seguida de MOR-3 con 38.75 kg/m².

Tabla 35*Esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de ESAC*

Detalles	Edad	Área	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm ²)
MOR-1	14 días	296.64	11846.00	39.93
MOR-2		296.64	11849.00	39.94
MOR-3		297.82	11892.00	39.93
MOR-4		298.32	11875.00	39.81
Promedio				39.90

Se presentan los esfuerzos compresivos en pilas con el mortero con 5% de escoria de acero (ESAC), con 14 días de curado, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 39.81 kg/m² y 39.94 kg/m², con un promedio general de 39.90 kg/m² y una desviación estándar de 0.062. La muestra MOR-2 muestra el mayor esfuerzo con 39.94 kg/m², seguida de MOR-1 y MOR-3 con 39.93 kg/m².

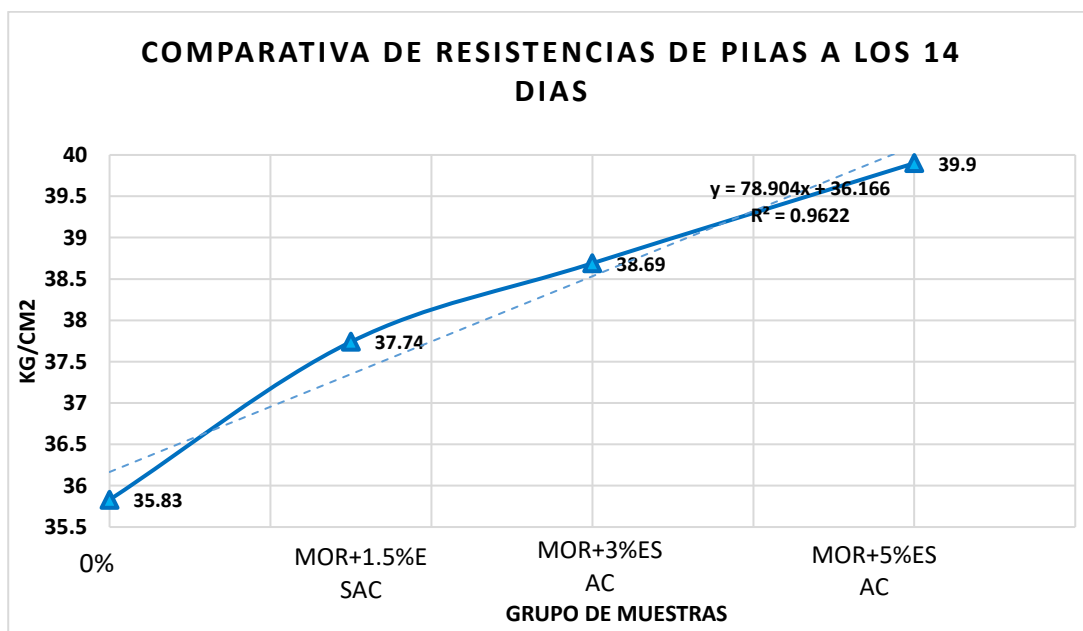
Tabla 36

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 14 días de curado

Esfuerzo a compresión de pilas con el mortero (kg/cm ²)	
Detalles	14días
Mortero de diseño	35.83
MOR+1.5%ESAC	37.74
MOR+3%ESAC	38.69
MOR+5%ESAC	39.90

Figura 12

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas a 14 días de curado



Se presentan las comparativas de los esfuerzos compresivos en pilas a los 14 días de curado del mortero de diseño y los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². Los esfuerzos de rotura varían entre 35.83 kg/m² y 39.9 kg/m². El mortero de diseño tiene el esfuerzo más bajo con 35.83 kg/m², mientras que el mortero con 5% de ESAC tiene el mayor esfuerzo con 39.9 kg/m².

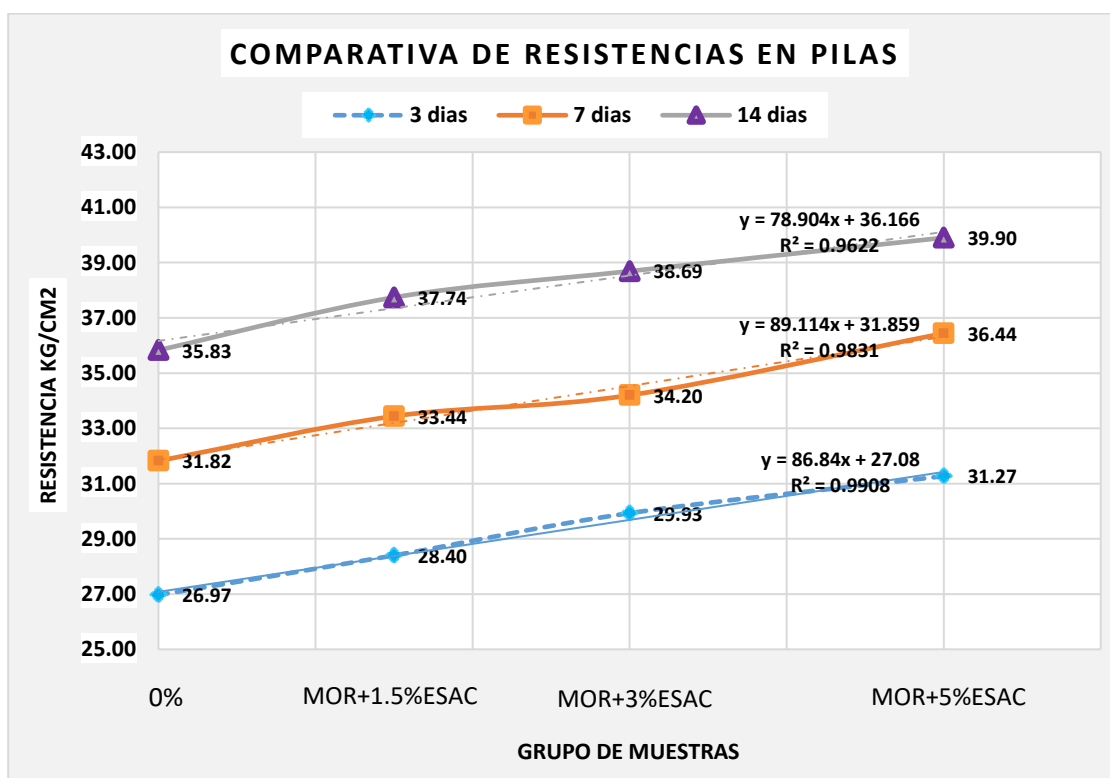
Tabla 37

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas - final

Esfuerzo a compresión de pilas con el mortero (kg/cm ²)			
Detalles	3 días	7 días	14 días
Mortero de diseño	26.97	31.82	35.83
MOR+1.5%ESAC	28.40	33.44	37.74
MOR+3%ESAC	29.93	34.20	38.69
MOR+5%ESAC	31.27	36.44	39.90

Figura 13

Comparativas de esfuerzo compresivo de pilas - final



Se muestra los esfuerzos a la compresión en pilas a los 3, 7 y 14 días de curado, para el mortero de diseño y los morteros con adición de escoria de acero (ESAC) al 1.5%, 3% y 5%, medidos en kg/m². A medida que aumenta el porcentaje de escoria de acero, los esfuerzos de compresión aumentan progresivamente en todos los tiempos de curado. El mortero con 5% de ESAC presenta el mayor esfuerzo a los 14 días con 39.90 kg/m², seguido del mortero con 3% de ESAC con 38.69 kg/m². Estos resultados destacan cómo la adición de escoria de acero mejora la resistencia a la compresión del mortero.

4.2 Discusión de Resultados

En primer lugar, los resultados de Coronel (2023) indican que la adición de escoria de aluminio secundario en las mezclas de mortero mejora significativamente sus propiedades, especialmente cuando se utiliza un 15% de escoria con una relación de mezcla de 1:3.5. Este estudio muestra que el mortero con escoria presenta incrementos notables en la fluidez, densidad, resistencia a la compresión y a la flexión. Estos resultados respaldan la hipótesis de que el uso de materiales alternativos, como la escoria, puede mejorar las propiedades mecánicas del mortero, lo cual es coherente con lo que se observa en nuestro estudio, donde la adición de escoria de acero también podría generar mejoras en las propiedades del mortero, tanto en términos de resistencia como de durabilidad, al ser utilizada en proporciones controladas.

Por otra parte, la investigación de Castillo (2023) evidencia la influencia favorable de la ceniza de carbón y las fibras de acero sobre las propiedades mecánicas del mortero. En este estudio, la mezcla de estos aditivos aumentó la resistencia a la compresión más que el mortero tradicional. Los resultados de este estudio concuerdan con los nuestros en que se pueden usar materiales alternativos como los residuos industriales para mejorar el desempeño del mortero de albañilería. En nuestra investigación, la escoria de acero podría actuar de forma similar a la ceniza de carbón, proporcionando resistencia y durabilidad al mortero y permitiendo utilizarlo para construir muros de mampostería.

Como antecedentes locales, Ayarquispe (2024) indica que la incorporación de limallas de acero en bloques de concreto mejora su resistencia mecánica, siendo un punto para analizar el comportamiento del mortero con escoria de acero en nuestra investigación. Si bien la investigación de Ayarquispe se basó en bloques de concreto, los hallazgos reafirman que los subproductos industriales, tales como limallas de acero y escoria de acero, pueden mejorar las propiedades mecánicas de materiales para la construcción, como el mortero, al ser utilizados de forma correcta. Así mismo, el estudio de Yancachajlla (2021) demostró que el uso de materiales alternativos mejora las propiedades del mortero,



sobre todo en términos de resistencia y adherencia. Este resultado apoya la idea de que los aditivos en el mortero pueden mejorar el comportamiento estructural de los muros de mampostería, como podría ser en nuestra investigación con escoria de acero.

CONCLUSIONES

General, la investigación ha demostrado que la adición de escoria de acero al mortero mejora significativamente sus propiedades, especialmente en términos de resistencia a la compresión. El mortero con un 5% de escoria de acero alcanzó una resistencia de 180.29 kg/m², mostrando una mejora constante y notable en comparación con el mortero convencional, que obtuvo una resistencia de 172.18 kg/m². De igual manera, en cuanto a la resistencia compresiva de las pilas de albañilería, se observó que el uso de mortero con un 5% de escoria de acero resultó en una resistencia superior en las pilas, evidenciando el impacto positivo de este material en las propiedades mecánicas del mortero.

Primero, las proporciones de materiales utilizadas para la elaboración del mortero convencional y el mortero con adición de escoria de acero fueron adecuadamente determinadas, basándose en un diseño de mezcla con la proporción de 1:2.92:0.76 para cemento, arena y agua, respectivamente. Además, se calcularon las cantidades de escoria de acero necesarias para las mezclas con 1.5%, 3% y 5% de adición, alcanzando 6.69 kg, 13.39 kg y 22.32 kg por metro cúbico de mortero, respectivamente.

Segundo, la resistencia a compresión de los cubos de mortero mostró un aumento significativo con la adición de escoria de acero. Los cubos de mortero convencional alcanzaron un esfuerzo promedio de 172.18 kg/m². Por otro lado, los cubos con 1.5% de escoria de acero presentaron un esfuerzo promedio de 175.68 kg/m², los de 3% de escoria de acero lograron 179.29 kg/m², y los cubos con 5% de escoria de acero alcanzaron 180.29 kg/m². Estos resultados demuestran que la adición de escoria de acero mejora de manera progresiva la resistencia a la compresión del mortero, destacando el 5% de escoria de acero como la proporción más eficaz para obtener una mayor resistencia.

Tercero, la adición de escoria de acero al mortero mejora significativamente la resistencia a la compresión de las pilas de ladrillo. A los 28 días de curado, el mortero convencional



presentó una resistencia de 35.83 kg/m², mientras que el mortero con 1.5% de escoria de acero alcanzó 37.74 kg/m², el mortero con 3% de escoria de acero llegó a 38.69 kg/m², y el mortero con 5% de escoria de acero mostró el mayor esfuerzo con 39.90 kg/m², lo que representa una mejora en comparación con el mortero convencional.



RECOMENDACIONES

Primero, se recomienda utilizar la escoria de acero como aditivo en la fabricación de mortero para la construcción de muros de albañilería en la provincia de San Román, debido a los beneficios evidentes en términos de resistencia a la compresión que se observan con la adición de este material reciclado.

Segundo, para futuros investigadores se recomienda investigar proporciones superiores al 5% de escoria de acero en el mortero, para evaluar si existe un límite óptimo que maximice las propiedades mecánicas sin afectar negativamente la manejabilidad o la durabilidad del material.

Tercero, estudiar cómo el mortero con escoria de acero interactúa con otros materiales de construcción utilizados en la albañilería, como los ladrillos o bloques. Esto permitirá comprender si las propiedades del mortero afectan la resistencia global de las paredes y su comportamiento frente a cargas y tensiones.

Cuarto, Se recomienda realizar pruebas adicionales, como ensayos de tracción, compresión y flexión en morteros con adición de escoria para evaluar más a fondo su rendimiento estructural y compararlo con los morteros tradicionales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Rodríguez, R. F., & Blanco Casavilca, D. A. (2022). Diseño de concreto con sustitución parcial del cemento por escoria de acero en elementos estructurales horizontales de viviendas unifamiliares para reducir la huella de carbono ocasionada por la industria cementera en la ciudad de Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/663461>
- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Alonso Díez, Á. (2021). *Prefabricados ecológicos de mortero de yeso diseñados con escorias de acería*. <https://doi.org/10.36443/10259/5882>
- Amorín Echabaudis, T., & Echabaudis Espinoza, F. (2023). *Influencia del gel de la sábila en el mortero con piedra checco para la adherencia de muros de tabiquería*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14597/5728>
- Ayarquispe Vivas, J. M. (2024). Resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto con limallas de acero, Juliaca Puno 2022. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/17013>
- Barbaran Asalde, K. C. (2024). Influencia de la ceniza de carbón como residuo aglomerante en las propiedades físicas mecánicas de mortero de albañilería. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13682>
- Bohorquez Aliaga, H. A. (2019). Mejoramiento de la adherencia ladrillo-mortero en muros de albañilería en el Distrito de Polobaya—Arequipa adicionando diatomita y liparita. *Universidad Católica de Santa María*.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/2074520>



- Bolaina Bolaina, E. de J., Mora Ortiz, R. S., Diaz Alvarado, S. A., & Munguía Balvanera, E. (2024). Aprovechamiento del escombros de ladrillo rojo como agregado fino en mezclas de mortero de albañilería. *Emerging Trends in Education*, 8(3), 153-164.
- Cabezas Bonifacio, F. R. (2024). *Evaluación de la resistencia mecánica de mortero de cemento con adición de arcilla para albañilería suelo – cemento en la construcción de viviendas sismo resistentes de la ciudad de Huancayo – Junín*.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/11805>
- Castillo Guevara, H. G. (2023). Influencia de la Ceniza de Carbón y Fibras de Acero en las Propiedades Mecánicas del Mortero de Albañilería. *Repositorio Institucional - USS*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11456>
- Condori, A. R. R., & Chachaqui, A. C. (2024). Diseño de Mezclas de Hormigon con Escoria de Fundición. *Horizonte Académico*, 4(2), Article 2.
<https://doi.org/10.70208/3007.8245.v4.n2.33>
- Coronel Heras, C. R. (2023). Diseño de mezcla de mortero incorporando escorias de aluminio secundario. *Repositorio Institucional - USS*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11835>
- Fernandez Berrios, R. A., & Ramirez Valdez, D. A. (2023). Propuesta de diseño de un mortero adicionando fibras de polipropileno para mejorar la adherencia del mortero – ladrillo en muros de albañilería simple en la ciudad de Lima Metropolitana. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667876>
- Giron Calderon, J. S., Mancha Caso, J., & Romero Yacolca, L. A. (2021). Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo 2021. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11568>
- Gómez Ormeño, N. M. (2023). Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Mortero Incorporando Almidón de Arroz. *Repositorio Institucional - USS*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11066>



- Gonzales Tullume, L. E., & Ly Delgado, C. M. (2023). Influencia de la limadura de hierro y escoria de acero en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11859>
- Gutierrez Acuña, J. E., & Gonzalez Huaynacari, L. A. (2024). *Influencia de la concentración de NaOH, sobre la resistencia a compresión de morteros con reemplazos de escorias de fundición*. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/21013>
- Hernandez Perez, E. (2023). Evaluación de las propiedades del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillos de arcilla reciclados. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11879>
- Irigoin Herrera, R. L. (2022). *Evaluación del mortero de albañilería reemplazando parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío el frutillo, Bambamarca, 2019*. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/298>
- Leon Alejandria, Y. S. (2023). Evaluación de las propiedades del mortero adicionando parcialmente harina de trigo disuelta en agua. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11058>
- Mera Incio, N. A., & Reyes Espinoza, M. A. (2022). Propuesta de sistematización de los acabados en muros de albañilería mediante el uso de mortero proyectable para tarrajeo en Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://doi.org/10.19083/tesis/667270>
- Muñoz, S., Mendoza, S., Muñoz, S., & Mendoza, S. (2022). Diseño de mortero para albañilería incorporando vidrio reciclado triturado. *Revista ingeniería de construcción*, 37(3), 391-404. <https://doi.org/10.7764/ric.00042.21>
- Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.
- Pino, R. (2019). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.
- Pradena-Miquel, M., Cendoya-Hernández, P., Borkowsky-Opazo, A., Pradena-Miquel, M., Cendoya-Hernández, P., & Borkowsky-Opazo, A. (2020). Factibilidad técnica del



- uso de escorias de cobre como reemplazo de arena en morteros de pega de muros de albañilería. *Revista Tecnología en Marcha*, 32(2), 100-111. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i2.4360>
- Quesquen Custodio, L. J. (2024). *Análisis comparativo entre el mortero tradicional y el mortero premezclado para uso en albañilería en la ciudad de Chiclayo*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/7548>
- Quispe Tintaya, C. B. (2022). *Análisis de resistencia mecánica en albañilería con mortero incorporado de aditivo vs el mortero polimérico*.
- Rambal Rojas, L. J., & Castillo De León, R. A. (2024). *Evaluación de resistencia a la compresión de morteros implementando reemplazos de agregado fino por pollinaza generadas por empresas agropecuarias en el departamento del Atlántico, Colombia*. <https://hdl.handle.net/11323/13642>
- Santiago Achachau, A. G. (2022). *Evaluación del Comportamiento del Agregado de Concreto Reciclado en Morteros de Asentado de Muros de Albañilería Confinada, Huancayo—2020*.
- Soler-Mendoza, Y., Sosa-Gutiérrez, A., & Arribas-García, G. T.-A. e I. (2020). Morteros de albañilería elaborados con áridos reciclados mixtos y escoria blanca. *DYNA*, 95(1), Article 1. <https://revista-dyna.com/index.php/DYNA/article/view/332>
- Soto Baldarrago, V. M. (2024). Influencia de la Ceniza de Semilla de Palta en las Propiedades Mecánicas del Mortero de junta en Muros de Albañilería Confinada, Ciudad de Moquegua, 2023. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/16488>
- Ticona Juárez, J. R. R. (2023). Evaluación de las Propiedades del Mortero Incorporando Porcelanato Reciclado. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11062>
- Valverde Fermin, C. A., & Mendoza Alarcon, J. J. (2023). Propuesta de adición de escoria de acero en la elaboración de ladrillos de concreto (TIPO IV) para aumentar la resistencia al corte en los muros de albañilería en Iquitos, Maynas-Loreto.



Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

<https://doi.org/10.19083/tesis/673056>

Yancachajlla Apaza, J. R. (2021). Comportamiento estructural de muros de albañilería con ladrillo artesanal y morteros de microsílíce y nanosílíce Juliaca, Puno-2022.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94813>



ANEXOS



Anexo 01. Matriz de consistencia

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la variación de las propiedades del mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román 2025?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la variación de las propiedades del mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román 2025.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La variación de las propiedades del mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería, será significativa debido a que el mortero con escoria de acero presentará mejores resultados de resistencia.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Escoria de acero.</p>	<p>Báscula para medir la cantidad de escoria de acero.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Estimar las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero en la provincia de San Román.</p> <p>Analizar la variación de la resistencia a la compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román.</p> <p>Analizar la variación de la resistencia a la compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las proporciones de materiales para la elaboración de mortero convencional y mortero con adición de escoria de acero en la provincia de San Román, se dará de acuerdo al diseño de mezclas de mortero.</p> <p>La variación de la resistencia a la compresión de cubos de mortero convencional y los cubos de mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román, presentará mejores resultados con el mortero mejorado.</p> <p>La variación de la resistencia a la compresión en pilas de ladrillo y mortero convencional y pilas de ladrillo y mortero con adición de escoria de acero para el asentado de muros de albañilería en la provincia de San Román, mostrará mejores resultados con el mortero mejorado.</p>	<p>Dimensiones:</p> <p><i>Proporción de escoria de acero en la mezcla.</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades del mortero.</p> <p>Dimensiones:</p> <p><i>Características del mortero.</i></p>	

Anexo 02. Panel fotográfico



Fotografía 1. Escoria de acero



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



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 - JULIO - 2025

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 450.98
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 483.24
N° 8	68.54	13.71	13.71	86.29	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1354.22
N° 16	100.33	20.07	33.77	66.23	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1661.57
N° 30	105.21	21.04	54.82	45.18	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	100.54	20.11	74.92	25.08	Wc+B =	1837
N° 100	84.67	16.93	91.86	8.14	Wc+B-W =	176
N° 200	33.88	6.78	98.63	1.37	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.75$ g/cm ³
FONDO	6.83	1.37	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	483.24
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 7.15$ %
Mf = MÓDULO DE FINEZA						

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

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

Dr. Arnaldo Yano Torres
CIP: 103257



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



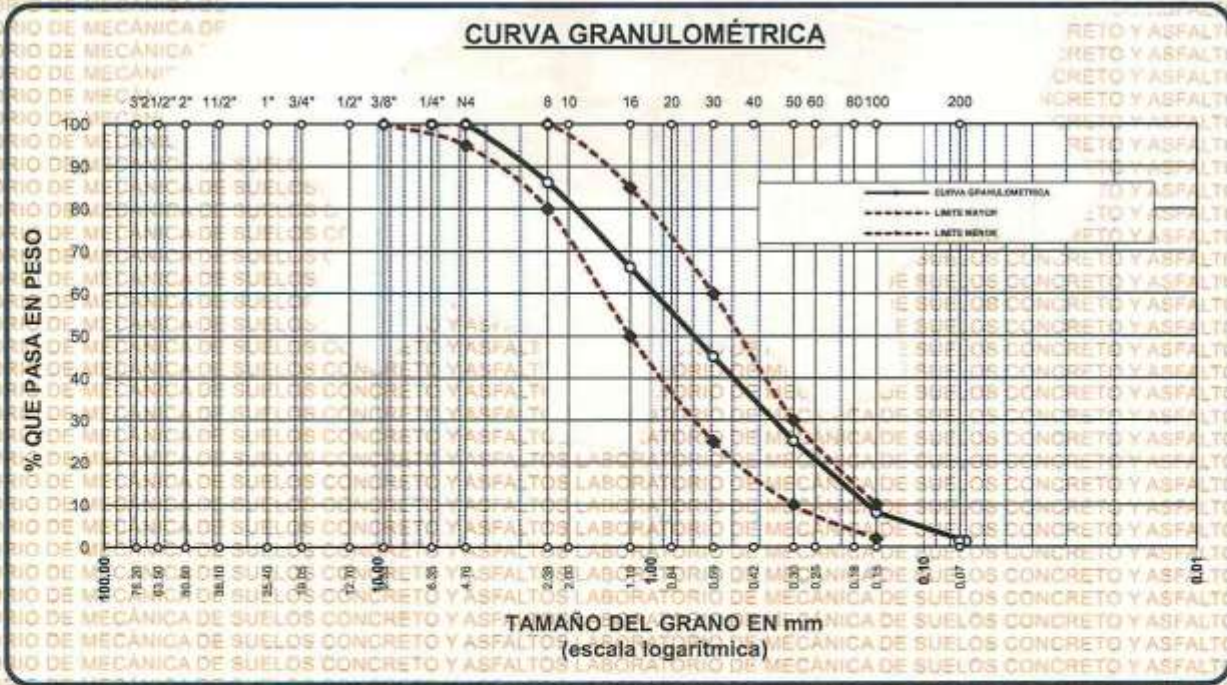
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE: BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA
CANTERA: CANTERA UNOCOLLA
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA: 01 - JULIO - 2025

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.69
No8	2.380	68.54	13.71	13.71	86.29		
No10	2.000						
No16	1.190	100.33	20.07	33.77	66.23	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	105.21	21.04	54.82	45.18	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	100.54	20.11	74.92	25.08	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	84.67	16.93	91.86	8.14	2-10%	
No200	0.074	33.88	6.78	98.63	1.37		
BASE		6.83	1.37	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.37					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - GAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Américo Yana Torres
C.P. 103257



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALÉNCIA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 - JULIO - 2025

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	380.65
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	364.99
PESO DEL TARRO (gr.)	39.08
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	341.57
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	325.91
PESO DEL AGUA (gr.)	15.66
% HUMEDAD	4.81

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

2025

SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 01 JULIO - 2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5934 gr	5934 gr	5934 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2093 cm ³	2093 cm ³	2093 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9155.00 gr	9147.00 gr	9152.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3221.00 gr	3213.00 gr	3218.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.539 gr/cm ³	1.535 gr/cm ³	1.538 gr/cm ³
PROMEDIO		1.537 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5934 gr	5934 gr	5934 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2093 cm ³	2093 cm ³	2093 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9412.00 gr	9424.00 gr	9432.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3478.00 gr	3490.00 gr	3498.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.662 gr/cm ³	1.667 gr/cm ³	1.671 gr/cm ³
PROMEDIO		1.667 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Armando Yana Torres
 M.S.C. A.
 CIP-103257



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



DISEÑO DE MORTERO $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025.
SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA
CANTERA : CANTERA UNOCOLLA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 01-JULIO-2025

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 259 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **N° 8**

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos	
P.e SSS	2.75
P.e Bulk	
P.U. Varillado	1667
P.U. Suelto	1537
% de Absorción	7.15
% de Humedad Natural	4.81
Modulo de Fineza	2.69

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **N° 8 (2.38mm)**
3. Cálculo de porcentaje de vacíos para un mortero

$$\% \text{ de vacíos} = \left(1 - \frac{PUC}{P_e(\text{arena}) \cdot \gamma_w} \right) \cdot 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = \left(1 - \frac{1667}{2.75 \cdot 1000} \right) \cdot 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = 39.38$$

4. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.55**

5. Cálculo de volumen de pasta para la relación deseada

$$1 \text{ bolsa} = 42.50 \text{ kg}$$

$$a/c = 0.55$$

$$V_a = 0.55 \cdot (42.50)$$

$$V_a = 23.38 \text{ lit} = 0.0234 \text{ m}^3$$

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

Dr. Aracelio Yana Torres
CIP: 103257



6. Cálculo de volumen de cemento:

$$(42.500) / (3 \times 1000) = 0.0142 \text{ m}^3$$

Volumen de la pasta = Vol. agua + Vol. cemento

$$\text{Volumen de la pasta} = 0.0375 \text{ m}^3$$

7. Cantidad de agua para mortero de 1m3 mediante la corrección de absorción de la arena

$$(446.31) \times (0.55) = 245.47 \text{ lt}$$

Volumen de la arena para 1 m3 = 1667 kg

$$\text{Agua de absorción en la arena} = (1667 \times 7.15) / (100) = 119.19 \text{ lt}$$

$$\text{Agua resto a la humedad de la arena} = (1667 \times 4.81) / (100) = 80.18 \text{ lt}$$

$$\text{Agua total} = 245.47 + 119.19 + 80.18 = 444.84 \text{ lt}$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	PESO SECO PARA 1M3 (KG)	PESO SECO PARA 1 BOLSA	VOLUMEN PARA 1M3	PROPORCIÓN POR VOLUMEN
Cemento	446.31	42.50	0.3719	1.00
Agreg. Fino	1667.00	158.74	1.0846	2.92
Agua	284.48	27.09	0.2845	0.76

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOQUIN DE CONCRETO

NTP 399.613

PROYECTO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICION DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBANILERIA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE: BACHILLER GUIDO WAGNER LIMSI VALENCIA

MUESTRA: CUBOS DE MORTERO

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA: 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2	
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)						
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	25.00	2945.00	117.80
		5.00	5.00	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.90	2934.00	117.83
		4.98	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.90	2939.00	118.03
		5.00	4.98	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	25.00	2952.00	118.08
		5.00	5.00	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F_b)									117.94

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2	
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)						
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	25.00	3682.00	147.28
		5.00	5.00	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.90	3671.00	147.43
		4.98	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.95	3669.00	147.05
		4.99	5.00	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	25.00	3672.00	146.88
		5.00	5.00	4.99					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F_b)									147.16

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2	
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)						
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	25.00	4291.00	171.84
		5.00	5.00	4.99					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.90	4302.00	172.77
		5.00	4.98	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	25.00	4300.00	172.00
		5.00	5.00	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.90	4290.00	172.29
		4.98	5.00	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F_b)									172.18

OBSERVACIONES:

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
 INGENIERO ANDRÉS CERRES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

(Firma)
 De: **Arnaldo Yano Torres**
 LABORATORIO M.S.C.A. NEPAPURNA



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOQUIN DE CONCRETO

NTP 399.613

PROYECTO ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

MUESTRA CUBOS DE MORTERO + 1.5% DE ESCORIA DE ACERO

LUGAR LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	25.00	3074.00	122.96
		5.00	5.00	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.90	3097.00	124.38
		5.00	4.98	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.90	3099.00	124.46
		4.98	5.00	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	25.00	3098.00	123.92
		5.00	5.00	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F^b)									123.93

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.95	3754.00	150.46
		5.00	4.99	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.85	3748.00	150.82
		4.97	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	25.00	3744.00	149.76
		5.00	5.00	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.95	3756.00	150.54
		5.00	4.99	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F^b)									150.40

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.90	4382.00	175.99
		4.99	5.00	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	25.00	4379.00	175.16
		5.00	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.95	4387.00	175.83
		5.00	4.98	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.95	4385.00	175.75
		4.99	5.00	4.99					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F^b)									175.68

OBSERVACIONES:

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

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOQUIN DE CONCRETO

NTP 399.613

PROYECTO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBANILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025
SOLICITANTE: BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA
MUESTRA: CUBOS DE MORTERO + 3% DE ESCORIA DE ACERO
LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA:	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.95	3168.00	126.97
		5.00	4.99	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	25.00	3167.00	126.68
		5.00	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.90	3168.00	127.23
		5.00	4.98	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.90	3173.00	127.43
		4.98	5.00	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)								127.08	

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA:	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.90	3844.00	154.38
		4.98	5.00	4.99					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	25.00	3852.00	154.08
		5.00	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.90	3849.00	154.58
		5.00	4.98	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	25.00	3851.00	154.04
		5.00	5.00	4.99					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)								154.27	

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA:	CARGA	ESF. DE ROTURA	
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.95	4472.00	179.24
		5.00	4.99	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	25.00	4469.00	178.76
		5.00	5.00	4.98					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.95	4477.00	179.44
		4.99	5.00	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.90	4475.00	179.72
		5.00	4.98	4.99					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)								179.29	

OBSERVACIONES:

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Dr. Arnaldo Yano Torres
CIP: 103257

BIE: 0000-00018159



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.613

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025.
SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA
MUESTRA : CUBOS DE MORTERO + 5% DE ESCORIA DE ACERO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)						
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	25.00	3206.00	128.24
		5.00	5.00	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	25.00	3217.00	128.68
		5.00	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.95	3228.00	129.38
		5.00	4.99	5.00					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	09/07/2025	7	24.95	3215.00	128.86
		4.99	5.00	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)									128.79

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)						
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.90	3898.00	156.55
		5.00	4.98	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	25.00	3889.00	155.56
		5.00	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	25.00	3887.00	155.48
		5.00	5.00	4.99					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	16/07/2025	14	24.90	3889.00	156.59
		4.98	5.00	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)									156.04

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)						
1	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	25.00	4507.00	180.26
		5.00	5.00	5.00					
2	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.90	4494.00	180.46
		4.98	5.00	5.00					
3	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	25.00	4505.00	180.20
		5.00	5.00	4.99					
4	CUBOS DE MORTERO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	30/07/2025	28	24.95	4496.00	180.20
		5.00	4.99	5.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)									180.29

OBSERVACIONES:

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



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



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

MUESTRA : LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f' m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.50	12.70	30.20	M - 01	04/07/2025	298.45	8024	26.89
2	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.40	12.60	30.00	M - 02	04/07/2025	294.84	7970	27.03
3	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.45	12.65	30.10	M - 02	04/07/2025	296.64	7970	26.87
4	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.40	12.60	30.00	M - 02	04/07/2025	294.84	7988	27.09

26.97

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f' m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.50	12.65	30.10	M - 01	09/07/2025	297.28	9464	31.84
2	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.40	12.70	30.00	M - 02	09/07/2025	297.18	9457	31.82
3	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.51	12.65	30.10	M - 02	09/07/2025	297.40	9474	31.86
4	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.48	12.70	30.15	M - 02	09/07/2025	298.20	9478	31.78

31.82

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f' m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.45	12.85	30.20	M - 01	16/07/2025	296.64	10647	35.89
2	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.42	12.60	30.15	M - 02	16/07/2025	295.09	10619	35.99
3	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.50	12.87	30.20	M - 02	16/07/2025	297.75	10609	35.63
4	LADRILLO CON MORTERO CONVENCIONAL	23.49	12.70	30.00	M - 02	16/07/2025	296.32	10689	35.83

35.83
35.83

- 1 LAS PILAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
- 2 LA PILA DE ALBAÑILERÍA FUE CAPEADA EN AMBOS LADOS



Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

MUESTRA : LADRILLO CON (MORTERO+3% DE ESCORIA DE ACERO)

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.45	12.70	30.20	M - 01	21/05/2024	297.82	8855	29.73
2	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.45	12.60	30.00	M - 02	21/05/2024	295.47	8892	30.09
3	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.50	12.65	30.10	M - 02	21/05/2024	297.28	8874	29.85
4	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.45	12.60	30.00	M - 02	21/05/2024	295.47	8880	30.05

29.93

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.45	12.66	30.00	M - 01	21/05/2024	296.88	10104	34.03
2	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.45	12.70	30.10	M - 02	21/05/2024	297.82	10230	34.35
3	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.50	12.65	30.10	M - 02	21/05/2024	297.28	10129	34.07
4	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.49	12.70	30.15	M - 02	21/05/2024	298.32	10242	34.33

34.20

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.40	12.64	30.10	M - 01	21/05/2024	295.78	11449	38.71
2	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.40	12.60	30.10	M - 02	21/05/2024	294.84	11450	38.83
3	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.45	12.65	30.20	M - 02	21/05/2024	296.64	11495	38.75
4	LADRILLO CON (MORTERO +3% ESAC)	23.49	12.70	30.00	M - 02	21/05/2024	295.32	11475	38.47

38.69

- 1 LAS PILAS FUERÓN PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
- 2 LA PILA DE ALBAÑILERÍA FUE CAPEADA EN AMBOS LADOS.



Dr. Amaldo Yana Torres
 CIP. 103257



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS NORMA (NTP-339.605)

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

MUESTRA : LADRILLO CON (MORTERO+1.5% DE ESCORIA DE ACERO)

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.50	12.70	30.20	M - 01	21/05/2024	298.45	8405	28.16
2	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.40	12.60	30.00	M - 02	21/05/2024	294.84	8412	28.53
3	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.45	12.65	30.10	M - 02	21/05/2024	296.64	8414	28.36
4	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.40	12.60	30.00	M - 02	21/05/2024	294.84	8420	28.56

28.40

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.50	12.65	30.10	M - 01	21/05/2024	297.28	9954	33.48
2	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.40	12.70	30.00	M - 02	21/05/2024	297.18	9932	33.42
3	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.51	12.65	30.10	M - 02	21/05/2024	297.40	9949	33.45
4	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.48	12.70	30.15	M - 02	21/05/2024	298.20	9960	33.40

33.44

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.45	12.65	30.20	M - 01	21/05/2024	296.64	11207	37.78
2	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.42	12.60	30.15	M - 02	21/05/2024	295.09	11119	37.68
3	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.50	12.67	30.20	M - 02	21/05/2024	297.75	11209	37.65
4	LADRILLO CON (MORTERO +1.5% ESAC)	23.49	12.70	30.00	M - 02	21/05/2024	298.32	11289	37.84

37.74

- 1 LAS PILAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
- 2 LA PILA DE ALBAÑILERIA FUE CAPEADA EN TANTO A LA ESCORIA DE ACERO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A.
 Dr. Argaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

2025

SOLICITANTE : BACHILLER GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA

MUESTRA : LADRILLO CON (MORTERO+5% DE ESCORIA DE ACERO)

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.70	30.20	M - 01	04/07/2024	297.82	9263	31.10
2	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.60	30.00	M - 02	04/07/2024	295.47	9279	31.40
3	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.50	12.65	30.10	M - 02	04/07/2024	297.28	9278	31.21
4	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.60	30.00	M - 02	04/07/2024	295.47	9264	31.35

31.27

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.50	12.65	30.00	M - 01	09/07/2024	297.28	10854	36.51
2	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.48	12.70	30.10	M - 02	09/07/2024	298.20	10860	36.42
3	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.65	30.10	M - 02	09/07/2024	296.64	10809	36.44
4	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.70	30.15	M - 02	09/07/2024	297.82	10842	36.41

36.44

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)					
1	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.65	30.00	M - 01	16/07/2024	296.64	11846	39.93
2	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.65	30.10	M - 02	16/07/2024	296.64	11849	39.94
3	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.45	12.70	30.10	M - 02	16/07/2024	297.82	11892	39.93
4	LADRILLO CON (MORTERO +5% ESAC)	23.49	12.70	30.00	M - 02	16/07/2024	298.32	11675	39.81

39.90

1- LAS PILAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

2- LA PILA DE ALBAÑILERIA FUE CAPEADA EN AMBOS LADOS

INVESTIGACION DE INVESTIGACION
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 M.S.C.A. EFRAURA
 Dr. Arnoldo Yana Torres
 CIP 403257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 12-11-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: GUIDO WAGNER LIVISI VALENCIA
 Dirección: Jr. SURUPANA 324 BARRIO REVOLUCIÓN
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70810841
 Teléfono: 931 111 135 email: Livisivalencia@gmail.com

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
 Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
 Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
 Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y
MORTERO CON ADICIÓN DE ESCORIA DE ACERO PARA EL ASENTADO DE
MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): MORTERO, PROPIEDADES DEL MORTERO, ESCORIA DE ACERO Y ALBAÑILERÍA.

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

1

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller 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 comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

12-11-2025

Fecha