

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla cocida
tipo I con incorporación de agregado fino en San Marcos,
Huari, Áncash - 2025”**

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

AUTOR: Estacio Rubina, Jenner Fredy.

ASESOR: Valdivieso Echevarría, Martin Cesar

HUÁNUCO – PERÚ
2026

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Proyectos civiles
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47225709

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22416570

Grado/Título: Maestría en Gestión Pública

Código ORCID: 0000-0002-0579-5135

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Master en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
3	Jara Trujillo Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 09:30 horas del día **viernes 10 de julio de 2026**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	PRESIDENTE
❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1184-2026-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA COCIDA TIPO I CON INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH- 2025", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Jenner Fredy ESTACIO RUBINA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

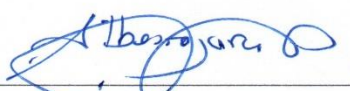
Siendo las 10:30 am horas del día 10 del mes de julio del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
PRESIDENTE



MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433
SECRETARIO (A)



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **JENNER FREDY ESTACIO RUBINA**, de la investigación titulada **"RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA COCIDA TIPO I CON INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH- 2025"**, con asesor(a): **MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 0555-2024-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **17 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de junio de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una **vigencia de cuatro (4) meses**, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 18 de octubre de 2026.

77. JENNER FREDY ESTACIO RUBINA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	5%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A mis amados padres, Fredy Estacio Bazán y Beatriz Pilar Rubina Jorge, por ser la inspiración constante en mi vida, por su amor incondicional, por sus sacrificios y enseñanzas que me motivaron a culminar esta etapa académica. Esta tesis es el reflejo de su apoyo y confianza en mí.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad de Huánuco, institución que me brindó las herramientas necesarias para mi formación profesional y personal.

A los docentes que con su dedicación y compromiso compartieron sus conocimientos, dejando huella en mi formación.

De manera muy especial, agradezco a mi asesor, Valdivieso Echevarría Martín César, por su orientación, paciencia y valiosos aportes en el desarrollo de esta investigación.

A todos los que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de este trabajo, mi más profundo reconocimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I.....	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	20
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	20
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	21
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	22
1.4.3. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	22
1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	23
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	23
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	25
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	27
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	29
2.2. BASES TEÓRICAS.....	29
2.2.1. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	29
2.2.2. LADRILLOS ARTESANALES	32
2.2.3. LADRILLOS DE ARCILLA	33
2.2.4. MATERIALES CONSTITUYENTES.....	34
2.2.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	41
2.2.6. AGREGADOS FINOS.....	41
2.2.7. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO	42
2.2.8. FUNCIONES DEL AGREGADO FINO EN EL CONCRETO	43
2.2.9. PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	44
2.2.10. SELECCIÓN Y GRADACIÓN DE LOS AGREGADOS	45
2.2.11. IMPACTO AMBIENTAL DEL LADRILLO DE ARCILLA	46
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	47
2.4. HIPÓTESIS	51
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	51
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	51
2.5. VARIABLES	52
2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN	52
2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA	52
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	53
CAPÍTULO III.....	55
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	55

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	55
3.1.1. ENFOQUE	55
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	55
3.1.3. DISEÑO	56
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	56
3.2.1. POBLACIÓN	56
3.2.2. MUESTRA	57
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	58
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ..	58
CAPÍTULO IV.....	60
RESULTADOS.....	60
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	60
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ...	85
CAPÍTULO V.....	93
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	93
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	93
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la muestra seleccionada para ensayos de laboratorio	57
Tabla 2 Resultados dimensionales – Ladrillo patrón de arcilla	60
Tabla 3 Resultados dimensionales – Ladrillo con 4% de agregado fino	62
Tabla 4 Dimensionales – Ladrillo con 8% de agregado fino	63
Tabla 5 Dimensionales – Ladrillo con 12% de agregado fino	65
Tabla 6 Cuadro comparativo general de promedios	66
Tabla 7 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo patrón	67
Tabla 8 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 4 % de agregado	69
Tabla 9 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 8 % de agregado fino	70
Tabla 10 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 12% de agregado fino	71
Tabla 11 Cuadro comparativo general de alabeo	72
Tabla 12 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo patrón de arcilla	73
Tabla 13 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 4% de agregado fino	75
Tabla 14 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 8% de agregado fino	76
Tabla 15 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 12% de agregado fino	78
Tabla 16 Cuadro comparativo general de resistencia a la compresión.....	79
Tabla 17 Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería patrón (0% agregado fino)	80
Tabla 18 Resultados del ensayo de compresión – Prisma + 4% de agregado fino	81
Tabla 19 Resultados del ensayo de compresión – Prisma + 8% de agregado fino	82
Tabla 20 Resultados del ensayo de compresión – Prisma + 12% de agregado fino	83
Tabla 21 Resultados Comparativo general de resistencia a la compresión de prismas	84

Tabla 22 Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería	86
Tabla 23 Comparación inferencial de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería.....	86
Tabla 24 Prueba de normalidad de las variaciones dimensionales	87
Tabla 25 Comparación inferencial de las variaciones dimensionales	88
Tabla 26 Prueba de normalidad del alabeo de unidades de albañilería	89
Tabla 27 Comparación inferencial del alabeo de unidades de albañilería ...	90
Tabla 28 Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería	90
Tabla 29 Comparación inferencial de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería	91
Tabla 30 Resumen de contrastación de hipótesis	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resultados dimensionales del Proceso de elaboración del Ladrillo patrón de arcilla	61
Figura 2 Resultados dimensionales – Ladrillo con 4% de agregado fino.....	62
Figura 3 Resultados dimensionales – Ladrillo con 8% de agregado fino.....	64
Figura 4 Resultados dimensionales – Ladrillo con 12% de agregado fino...	65
Figura 5 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo patrón	68
Figura 6 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 4% de agregado	69
Figura 7 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 8% de agregado	70
Figura 8 Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 12% de agregado ..	72
Figura 9 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo patrón de arcilla	74
Figura 10 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 4% de agregado fino	75
Figura 11 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 8% de agregado fino	77
Figura 12 Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 12% de agregado fino	78
Figura 13 Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería patrón (0% agregado fino)	80
Figura 14 Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería 4% agregado fino	82
Figura 15 Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería 8% agregado fino	83
Figura 16 Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería 12% agregado fino.	84

RESUMEN

El objetivo de la investigación consistió en optimizar la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla mediante la incorporación de agregado fino en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, región Áncash, durante el año 2025. La metodología fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental de laboratorio, ya que se manipuló la incorporación de agregado fino en la mezcla de arcilla para evaluar sus efectos en los ladrillos tradicionales. La muestra estuvo conformada por unidades de albañilería distribuidas en cuatro grupos: ladrillo patrón con 0 % de agregado fino y ladrillos modificados con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino. Para la recolección de datos se realizaron ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión de unidades de albañilería y resistencia a la compresión de prismas, registrándose los resultados en fichas de laboratorio. Como resultado, la resistencia a la compresión promedio fue de 89 kg/cm² en el ladrillo patrón, 108 kg/cm² con 4 % de agregado fino, 127 kg/cm² con 8 % y 147 kg/cm² con 12 %. Estos resultados evidenciaron un incremento progresivo de la resistencia conforme aumentó el porcentaje de agregado fino incorporado. Asimismo, se observó que la adición de agregado fino no generó alteraciones significativas en las dimensiones de las unidades y mejoró el comportamiento de los ladrillos frente al alabeo y la compresión de prismas. En conclusión, la incorporación de agregado fino permitió optimizar el desempeño físico-mecánico de los ladrillos tradicionales de arcilla elaborados en San Marcos, Huari, Áncash. Dentro de los porcentajes evaluados, la dosificación de 12 % presentó el mejor resultado en resistencia a la compresión de unidades y prismas de albañilería, bajo las condiciones experimentales del estudio y con un nivel de confianza del 95 %.

Palabras clave: agregado fino, ladrillo de arcilla, resistencia a la compresión, unidad de albañilería, prisma de albañilería.

ABSTRACT

The objective of this research was to optimize the strength of traditional clay bricks through the incorporation of fine aggregate in the district of San Marcos, province of Huari, Áncash region, during 2025. The methodology followed a quantitative approach, applied type, explanatory level, and laboratory experimental design, since the incorporation of fine aggregate into the clay mixture was manipulated to evaluate its effects on traditional bricks. The sample consisted of masonry units distributed into four groups: control bricks with 0% fine aggregate and modified bricks with 4%, 8%, and 12% fine aggregate. For data collection, dimensional variation, warping, compressive strength of masonry units, and compressive strength of masonry prisms tests were carried out, and the results were recorded in laboratory sheets. As a result, the average compressive strength was 89 kg/cm² in the control brick, 108 kg/cm² with 4% fine aggregate, 127 kg/cm² with 8%, and 147 kg/cm² with 12%. These results showed a progressive increase in strength as the percentage of incorporated fine aggregate increased. Likewise, it was observed that the addition of fine aggregate did not cause significant changes in the dimensions of the units and improved the behavior of the bricks against warping and prism compression. In conclusion, the incorporation of fine aggregate optimized the physical and mechanical performance of traditional clay bricks produced in San Marcos, Huari, Áncash. Among the percentages evaluated, the 12% dosage showed the best result in the compressive strength of masonry units and prisms, under the experimental conditions of the study and with a 95% confidence level.

Keywords: fine aggregate, clay brick, compressive strength, masonry unit, masonry prism.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de ladrillos tradicionales de arcilla es una actividad común en zonas rurales y periurbanas, debido a que utiliza materiales disponibles en el entorno y representa una alternativa económica para la construcción de viviendas. Sin embargo, cuando estos ladrillos son elaborados de manera artesanal, pueden presentar deficiencias en su resistencia, dimensiones y forma, lo que puede afectar la calidad y seguridad de las edificaciones.

En el distrito de San Marcos, provincia de Huari, región Áncash, los ladrillos tradicionales de arcilla siguen siendo utilizados por la población local como material de construcción. No obstante, durante su fabricación pueden presentarse variaciones en la mezcla, el secado y la cocción, lo que influye directamente en su resistencia a la compresión y en su comportamiento como unidad de albañilería. Frente a esta situación, la incorporación de agregado fino se presenta como una alternativa para mejorar la compactación de la mezcla de arcilla, reducir vacíos internos y obtener ladrillos con mejores propiedades físicas y mecánicas.

Debido a ello, se formuló como problema general: ¿De qué manera la incorporación de agregado fino influye en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025? La investigación se justifica por la necesidad de proponer una alternativa técnica que contribuya a mejorar la calidad de los ladrillos tradicionales empleados en las construcciones locales, sin alterar de manera significativa el proceso artesanal de fabricación. Asimismo, el estudio aporta información experimental sobre el uso de agregado fino en ladrillos de arcilla, lo cual puede servir como referencia para futuras investigaciones y aplicaciones constructivas.

El objetivo general fue optimizar la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla mediante la incorporación de agregado fino en San Marcos, Huari, Áncash, 2025. Para ello, se elaboraron ladrillos patrón sin agregado fino y ladrillos con incorporaciones de 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino. El estudio fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental de laboratorio, debido a que se modificó la composición de los ladrillos y se evaluaron los efectos producidos en sus propiedades.

Se realizaron ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión de unidades de albañilería y resistencia a la compresión de prismas. Estos ensayos permitieron comparar los ladrillos modificados con el ladrillo patrón y determinar cuál de los porcentajes evaluados presentó mejor desempeño. Las limitaciones de la investigación estuvieron relacionadas con el control de las condiciones artesanales de fabricación, el acceso a equipos de laboratorio y la evaluación únicamente de los porcentajes de 4 %, 8 % y 12 %, por lo que los resultados obtenidos corresponden a las condiciones específicas del estudio.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La baja resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla es una problemática que afecta a nivel mundial, nacional en el Perú y, de manera específica, en zonas de producción artesanal de la región Áncash, como el distrito de San Marcos, provincia de Huari. A nivel mundial, la construcción con ladrillos tradicionales de baja resistencia es una preocupación en todo el mundo, especialmente en áreas vulnerables a desastres naturales. Como señala Kularatna (2019), La resistencia inadecuada de los materiales de construcción, como los ladrillos tradicionales, es un factor importante que contribuye a la vulnerabilidad de las estructuras ante terremotos y otros eventos sísmicos.

Guo (2020) menciona que la baja resistencia de los ladrillos tradicionales representa un desafío significativo para la construcción sostenible en muchas regiones del mundo, ya que estas estructuras son más propensas a sufrir daños durante desastres naturales.

En nuestro país, la construcción con ladrillos tradicionales de baja resistencia es común en áreas rurales y periurbanas. Según Santos (2019) señala que la mayoría de las viviendas en zonas rurales de Perú están construidas con ladrillos de arcilla cocida, cuya baja resistencia los hace susceptibles a daños por sismos y otros eventos naturales.

La falta de regulaciones y estándares de construcción efectivos agrava esta situación. Mego (2023) menciona la ausencia de normativas adecuadas para la construcción de viviendas en Perú ha perpetuado el uso de materiales de construcción tradicionales de baja calidad, lo que aumenta la vulnerabilidad de las estructuras ante desastres naturales.

En el departamento de Áncash, la baja resistencia de los ladrillos tradicionales es un problema importante debido a la alta actividad sísmica en la región. Gutiérrez (2020) indica que la falta de conciencia sobre los riesgos

sísmicos y la resistencia inadecuada de los materiales de construcción, como los ladrillos tradicionales, hacen que las estructuras en Áncash sean extremadamente vulnerables ante terremotos.

Además, la limitada disponibilidad de materiales alternativos y la falta de capacitación en técnicas de construcción seguras contribuyen a la prevalencia de esta problemática. Como afirma Gutiérrez (2020) que la escasez de recursos y la falta de conocimiento técnico en Ancash dificultan la adopción de prácticas de construcción más seguras, lo que perpetúa el uso de ladrillos tradicionales de baja resistencia.

En resumen, la baja resistencia de los ladrillos tradicionales es una problemática que afecta a nivel mundial, nacional en Perú y específicamente en zonas de producción artesanal de la región Áncash, como el distrito de San Marcos, provincia de Huari, donde se requiere una acción urgente para mejorar la calidad y seguridad de las construcciones mediante el uso de materiales más resistentes y la implementación de prácticas de construcción adecuadas.

En San Marcos, Huari, Áncash, la producción de ladrillos tradicionales de arcilla requiere alternativas que permitan mejorar la resistencia y uniformidad de las unidades de albañilería sin incrementar significativamente los costos de fabricación. La incorporación de agregado fino podría favorecer la compactación de la mezcla, reducir vacíos internos y mejorar la resistencia a la compresión de los ladrillos; sin embargo, esta alternativa requiere ser evaluada experimentalmente mediante ensayos físicos y mecánicos.

Por ello, resulta necesario analizar el comportamiento de ladrillos tradicionales de arcilla elaborados con diferentes porcentajes de agregado fino, considerando ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión de unidades y resistencia a la compresión de prismas de albañilería. Esta evaluación permitirá determinar si la incorporación de agregado fino optimiza la resistencia de los ladrillos y contribuye a mejorar la calidad de los materiales utilizados en construcciones locales.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la incorporación de agregado fino influye en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿De qué manera la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025?

¿De qué manera la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025?

¿De qué manera la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025?

¿De qué manera la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería elaborados con ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla mediante la incorporación de agregado fino en San Marcos, Huari, Áncash - 2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la influencia de la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

Determinar la influencia de la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

Determinar la influencia de la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

Determinar la influencia de la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería elaborados con ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación sobre la optimización de la resistencia de los ladrillos tradicionales mediante la incorporación de agregado fino en San Marcos, Huari, Áncash, presentó una justificación técnica, social, ambiental y económica significativa.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Técnicamente, se encontró que los ladrillos tradicionales utilizados en zonas rurales y periurbanas, aunque económicos y accesibles, tienen deficiencias en resistencia que limitan su uso en construcciones que exigen mayor seguridad estructural. Estudios previos han demostrado que la sustitución parcial del agregado fino natural por agregados finos reciclados mejora la resistencia a la compresión de mezclas de mortero y concreto hasta ciertos porcentajes

de reemplazo. Por ejemplo, Mora *et al.* (2022) comprobaron que hasta un 50 % de reemplazo con ladrillo rojo reciclado (red clay brick) permitió mezclas de mortero con resistencia a la compresión similar al control, siempre que se trataran adecuadamente los agregados finos reciclados. De igual forma, un estudio sobre morteros con sustitución de arena por residuos de ladrillo mostró mejoras en propiedades mecánicas con reemplazos de hasta 10 % (EJSE, “Experimental investigation...”, 2023) lo cual respalda la viabilidad técnica de mejoras al incorporar agregado fino reciclado o alternativo.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En lo social, la mejora en la resistencia de ladrillos tradicionales se tradujo en mayor seguridad para comunidades en zonas sísmicas o con condiciones climáticas exigentes. Al fortalecer las edificaciones, como se ha observado en estudios de mampostería en Lima, se reduce el riesgo de fallas estructurales, daños materiales y lesiones personales (Lavado *et al.* 2014). Estos resultados muestran cómo mejoras modestas en la calidad del material pueden tener un impacto directo en la calidad de vida de poblaciones vulnerables.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

Desde la perspectiva ambiental, varios autores han mostrado que el uso de agregados finos reciclados (como residuos de ladrillo o mortero) disminuye la explotación de agregados naturales, reduce residuos de demolición y promueve prácticas más sostenibles. Mora *et al.* (2022) demostraron que agregados finos reciclados pueden reemplazar arena hasta cierto porcentaje sin comprometer resistencia, lo que supone menor extracción de materiales naturales. De igual modo, estudios de residuos refractarios de ladrillo utilizados como agregado fino indican que se pueden utilizar hasta 20 % sin causar pérdidas significativas, reduciendo también impactos derivados de vertederos (Bereche & García, 2024).

1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Económicamente, los estudios señalan que mejorar la durabilidad de los ladrillos reduce costos de reparación y reconstrucción, lo que se traduce en ahorro a largo plazo. Además, la sustitución parcial de arena u otros materiales finos por agregados reciclados o de bajo costo reduce el costo de materiales (Mora et al., 2022). También se ha observado que ladrillos o bloques fabricados con agregados alternativos que cumplen con estándares de compresión pueden generar un mayor valor agregado en propiedades, pues los compradores tienden a valorar edificaciones con mayor seguridad y durabilidad (lavado et al., 2014), y que la aplicación de técnicas innovadoras en la industria local puede fomentar empleo y dinamizar la economía local.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones de la investigación estuvieron relacionadas con el control de las condiciones artesanales de fabricación de los ladrillos, debido a que variables como humedad de la mezcla, compactación, secado y cocción pueden presentar variaciones durante el proceso productivo. Adicionalmente, el estudio se limitó a evaluar porcentajes de agregado fino de 4 %, 8 % y 12 %, por lo que no se analizaron proporciones superiores ni otros tipos de adiciones.

Otra limitación estuvo vinculada al acceso a equipos de laboratorio y al tiempo requerido para la preparación, secado, cocción y ensayo de las muestras. Finalmente, los resultados obtenidos son aplicables a las condiciones de fabricación, materiales y procedimientos empleados en San Marcos, Huari, Áncash, por lo que su generalización a otros contextos debe realizarse con verificación experimental previa.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable porque contó con antecedentes y bases teóricas relacionadas con unidades de albañilería, ladrillos de arcilla,

agregado fino, variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión, lo que permitió sustentar el desarrollo metodológico y la discusión de resultados.

El estudio fue viable técnicamente porque los ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión de unidades y resistencia a la compresión de prismas pudieron ejecutarse mediante procedimientos de laboratorio aplicables a unidades de albañilería.

La investigación fue viable económicamente porque los materiales empleados, como arcilla y agregado fino, fueron accesibles en el ámbito local, y los costos de fabricación y ensayo fueron asumidos por el investigador.

La investigación fue viable temporalmente porque la fabricación, secado, cocción y ensayo de las muestras se desarrollaron dentro del periodo previsto para la ejecución del informe final.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Álvarez (2021), en su investigación titulada “Optimización del proceso de mezcla de arcilla para la producción de ladrillos en el sector artesanal”, abordó una problemática frecuente en el sector ladrillero artesanal: la dosificación tradicional y poco precisa de las materias primas empleadas en la fabricación de ladrillos. El estudio tuvo como **objetivo** optimizar la proporción de arcillas arenosas y plásticas, con el propósito de mejorar la eficiencia del proceso productivo y fortalecer la competitividad del ladrillo en el mercado de la construcción. En cuanto a la **metodología**, se desarrolló un experimento basado en el método de mínimos cuadrados ordinarios, a partir del cual se obtuvieron modelos matemáticos de primer orden. Estos modelos permitieron analizar variables importantes como el índice de plasticidad, la absorción de agua y las contracciones producidas durante el secado y la cocción. Posteriormente, se aplicó un enfoque de programación lineal mediante el método gráfico para identificar la combinación más conveniente. Como **resultado**, se determinó un punto óptimo de mezcla que permitió alcanzar un ahorro aproximado de \$130 por tonelada de materia prima. Finalmente, como **conclusión**, el autor sostuvo que la propuesta representa una alternativa viable para mejorar la eficiencia, rentabilidad y calidad del proceso de producción de ladrillos artesanales en Cuenca.

García y Vaca (2021), en el artículo titulado “Resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezclas de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales”, estudiaron la posibilidad de incorporar lodos residuales en la elaboración de ladrillos. La investigación tuvo como **objetivo** evaluar las propiedades mecánicas de estos ladrillos, especialmente la resistencia a la

compresión y la absorción de humedad. En la **metodología**, los autores prepararon diferentes mezclas de arcilla y lodo, con proporciones que variaron desde 100:0 hasta 60:40. Luego, los ladrillos fueron sometidos a temperaturas de cocción comprendidas entre 35 °C y 1100 °C. Los lodos empleados provinieron de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la empresa G.M. Colmotores. Como **resultado**, las pruebas de absorción de agua y resistencia a la compresión evidenciaron que la incorporación de lodo en porcentajes moderados puede ser favorable. En ese sentido, se identificó que el rango más adecuado se encuentra entre el 5 % y el 10 % de lodo en la mezcla. Como **conclusión**, los autores señalaron que, utilizando dichas proporciones, los ladrillos obtenidos cumplen con los estándares de calidad exigidos en Colombia.

Mella (2022), en su tesis titulada “Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo”, analizó el aprovechamiento de puzolanas naturales como material complementario en la fabricación de ladrillos cerámicos. El estudio partió del reconocimiento de que los materiales no metálicos, como la puzolana, han cobrado importancia en la industria de la construcción debido a sus propiedades físicas y químicas. La investigación tuvo como **objetivo** estudiar, caracterizar y evaluar la incorporación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo. En su **metodología**, se desarrolló una etapa experimental en la que se añadió puzolana natural de origen volcánico a la mezcla cerámica, considerando sus características de porosidad, estructura vítrea y potencial reactividad. Para evaluar su comportamiento, se realizaron mediciones de densidad, absorción, conductividad térmica y resistencia a la compresión. Como **resultado**, se logró incorporar satisfactoriamente la puzolana en la masa cerámica, obteniéndose resultados favorables, principalmente en la mejora de la conductividad térmica. Como **conclusión**, la investigación destacó que la puzolana representa una alternativa interesante para el desarrollo de materiales de construcción,

debido a su origen natural, sus propiedades particulares y su posible aplicación en productos cerámicos.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Nizama (2021), en su proyecto de tesis titulado “Aplicación del agregado fino para mejorar la resistencia de los ladrillos tradicionales en la ladrillera de San Diego, Puente Piedra – Lima”, abordó la necesidad de mejorar la calidad de los ladrillos artesanales mediante la incorporación de materiales alternativos en su proceso de fabricación. La investigación tuvo como **objetivo** determinar de qué manera la adición de agregado fino, específicamente aserrín, influye en la resistencia a la compresión de los ladrillos tradicionales. En cuanto a la **metodología**, se realizaron ensayos en ladrillos individuales, prismas y muretes, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas NTP 399.613:2005, NTP 399.605:2003 y NTP 399.621:2004. Asimismo, se efectuó un ensayo de granulometría conforme a la norma ASTM D422, con la finalidad de caracterizar adecuadamente la materia prima utilizada. Como **resultado**, se evidenció que la incorporación del 10 % de aserrín en la masa cruda del ladrillo permitió mejorar la resistencia a la compresión y, además, favoreció la conservación de la geometría de los especímenes elaborados. Como **conclusión**, el estudio demostró que el uso controlado de aserrín puede constituir una alternativa viable para optimizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales.

Córdova y Valverde (2019), en su trabajo de investigación titulado “Modelamiento y Evaluación Comparativa de la Resistencia Característica de la Albañilería y Módulo de Elasticidad de Unidades Tipo Blocker de la Ciudad de Cusco, Modificado con Acero y Polipropileno frente a Albañilería Tradicional, 2019”, estudiaron el comportamiento de unidades de albañilería tipo Blocker 12 modificadas con refuerzos de acero y fibras de polipropileno. El estudio tuvo como **objetivo** determinar el módulo de elasticidad, el coeficiente de Poisson y la resistencia característica de este tipo de albañilería, con la finalidad

de mejorar el desempeño de muros no estructurales frente a eventos sísmicos. En la **metodología**, se aplicó un enfoque cuantitativo, de nivel correlacional, bajo el método hipotético-deductivo y con diseño experimental. Para ello, se elaboraron prismas y muretes tradicionales y reforzados, empleando un muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra estuvo conformada por treinta prismas y cincuenta muretes, fabricados con unidades huecas tipo Blocker 12, mortero convencional en proporción cemento-arena 1:4, varillas de acero de $\frac{1}{4}$ " colocadas en las juntas y fibras de polipropileno añadidas al mortero en un 0.5 %. Como **resultado**, los ensayos mostraron que la resistencia a la compresión axial de los prismas reforzados no superó a la de los prismas tradicionales; sin embargo, el mayor módulo de elasticidad se obtuvo en los prismas reforzados con dos varillas de acero en las juntas superior e inferior, alcanzando una variación del 12.72 %. Asimismo, en los muretes reforzados bajo esa misma disposición se registró la mayor resistencia a la compresión diagonal, con una variación del 10.84 %. Como **conclusión**, el modelamiento de muros a escala real permitió observar que el mayor desplazamiento se presentó en el muro no confinado sin refuerzo, mientras que el menor desplazamiento se obtuvo en el muro confinado reforzado con una varilla de acero en la junta superior, evidenciando que el tipo y ubicación del refuerzo influyen en el comportamiento de la albañilería.

Chavarry (2021), en su trabajo de investigación titulado "Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén", analizó el aprovechamiento de residuos generados por el chancado de piedra como alternativa para la elaboración de concreto de alta resistencia. La investigación tuvo como **objetivo** evaluar la viabilidad de incorporar polvo de granito, proveniente de las partículas residuales de la cantera Talambo, como material alternativo a los aditivos convencionales utilizados en el concreto, como las microsílices. En su **metodología**, se planteó el diseño de una mezcla de concreto simple incorporando dicho residuo, considerando la identificación de sus

propiedades físicas, su efecto en el comportamiento del concreto, el impacto ambiental generado por su reutilización y el análisis de costos de producción. El estudio partió de una problemática ambiental concreta, debido a que en la cantera Talambo se generan aproximadamente 40 m³ diarios de este material, el cual se acumula al aire libre y puede afectar tanto al entorno como a los trabajadores. Como **resultado**, se reconoció que el polvo de granito, por su origen mineral y su contenido de sílice, posee potencial para mejorar ciertas propiedades del concreto de alta resistencia, además de representar una alternativa frente al uso de adiciones industriales. Como **conclusión**, la investigación sostuvo que el reaprovechamiento de las partículas residuales del chancado de piedra puede contribuir a la producción de materiales de construcción más sostenibles, reduciendo la contaminación ambiental y ofreciendo una posible mejora técnica y económica en la elaboración de concreto.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

El proyecto de investigación se enfrenta al desafío de la falta de antecedentes locales específicos en San Marcos, Huari, Áncash. Esta ausencia de información previa relacionada directamente con la optimización de la resistencia de los ladrillos tradicionales mediante la incorporación de agregado fino en esta región puede dificultar la comprensión completa de las condiciones locales y los factores que podrían influir en los resultados de la investigación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

La unidad de albañilería constituye uno de los elementos básicos dentro de los sistemas constructivos tradicionales y modernos. En términos generales, hace referencia a piezas como ladrillos, bloques, adoquines o elementos similares, que son empleados para la construcción de muros, tabiques, pavimentos, cerramientos y otros componentes de una edificación.

Según Ching (1975), la unidad de albañilería puede entenderse como un elemento modular utilizado para dimensionar y organizar componentes constructivos, tales como ladrillos, bloques de concreto o piedras. Este autor resalta que dichas unidades poseen dimensiones y proporciones que responden a criterios técnicos, normativos y funcionales dentro del proceso constructivo.

Por su parte, Onouye y Kane (2016) señalan que las unidades de albañilería son piezas normalizadas que permiten definir el tamaño, la forma y las propiedades físicas de los materiales empleados en obras de albañilería. Dentro de esta categoría se incluyen los ladrillos cerámicos, bloques de concreto y otros materiales similares.

Asimismo, los manuales de albañilería y las normativas de construcción establecen que estas unidades deben cumplir con dimensiones, resistencias y características mínimas, con la finalidad de garantizar uniformidad, seguridad y calidad en las edificaciones.

Tipos de unidades de albañilería

Las unidades de albañilería pueden clasificarse de acuerdo con el material del que están hechas, su resistencia, su forma, su uso y sus características físicas. Entre las más utilizadas se encuentran las siguientes:

- Bloques de concreto: Son elementos fabricados a partir de cemento, agregados y agua. Se emplean principalmente en muros de carga, tabiques, cerramientos y sistemas constructivos donde se requiere resistencia y rapidez de ejecución.
- Ladrillos cerámicos: Son unidades elaboradas principalmente con arcilla cocida. Se utilizan en muros, tabiques y elementos de albañilería. Su clasificación depende de aspectos como la resistencia, absorción de agua, dimensiones y textura superficial.

- Adoquines: Son piezas utilizadas generalmente en pavimentos exteriores, veredas, patios y zonas peatonales. Se clasifican según su resistencia a la compresión, forma, tamaño y acabado superficial.
- Piedras naturales: Son materiales empleados en muros, revestimientos, obras ornamentales y elementos decorativos. Su uso depende de su resistencia, forma, tamaño y acabado.
- Otros materiales de albañilería: También existen unidades fabricadas con hormigón celular, vidrio, tierra comprimida u otros materiales alternativos, los cuales se emplean de acuerdo con las necesidades técnicas, ambientales o arquitectónicas de cada proyecto.

Clasificación de las unidades de albañilería

Las unidades de albañilería pueden clasificarse desde distintos criterios. Esta clasificación permite seleccionar adecuadamente el tipo de material que se utilizará en una obra.

- Según el material: pueden ser ladrillos cerámicos, bloques de concreto, adoquines, piedras naturales, bloques de hormigón celular, bloques de vidrio, entre otros.
- Según sus dimensiones: pueden ser unidades estándar, cuando se fabrican siguiendo medidas establecidas por normas técnicas, o unidades especiales, cuando son elaboradas de acuerdo con requerimientos particulares de un proyecto.
- Según su uso: se pueden clasificar en unidades para muros de carga, unidades para tabiques, unidades para revestimientos y unidades decorativas. Cada una cumple una función específica dentro de la construcción.
- Según la técnica de colocación: existen unidades de albañilería tradicional, que se colocan con mortero, y unidades de albañilería seca, que se instalan mediante

sistemas de ensamblaje, adhesivos o mecanismos especiales.

- Según el acabado superficial: pueden ser lisas, rugosas o decorativas. El tipo de acabado influye tanto en el comportamiento técnico como en la apariencia final de la construcción.

En ese sentido, la clasificación de las unidades de albañilería no es única, ya que puede variar de acuerdo con la normativa vigente, las prácticas constructivas locales y las exigencias particulares de cada obra.

2.2.2. LADRILLOS ARTESANALES

Los ladrillos artesanales son unidades de albañilería fabricadas mediante procesos tradicionales, generalmente con materiales locales como arcilla, tierra, arena y agua. Su producción suele realizarse de forma manual o semimecanizada, lo que permite conservar técnicas constructivas propias de determinadas comunidades.

Frascara (2018) destaca que los materiales locales y las técnicas tradicionales tienen un valor importante dentro de la arquitectura sustentable. Desde esta perspectiva, los ladrillos artesanales no solo cumplen una función constructiva, sino que también se relacionan con la identidad cultural de las comunidades que los producen.

Maldonado (1972) sostiene que los ladrillos artesanales representan más que un simple material de construcción, ya que forman parte del patrimonio arquitectónico y cultural de muchas regiones. Para este autor, existe una relación directa entre tecnología, cultura y tradición constructiva.

Asimismo, Aravena (2012) considera que los ladrillos artesanales son relevantes dentro de una arquitectura socialmente responsable, debido a que su producción local puede favorecer la participación

comunitaria, reducir costos y disminuir el impacto ambiental asociado al transporte de materiales.

Por otro lado, Rapoport (1969) señala que los materiales hechos a mano permiten una mejor relación entre la arquitectura y el entorno sociocultural. En ese sentido, el ladrillo artesanal no solo responde a una necesidad técnica, sino también a una forma de construir vinculada con el contexto y la tradición.

En conjunto, estos aportes permiten comprender que el ladrillo artesanal es un material con valor técnico, social, cultural y ambiental, especialmente cuando se emplea de manera adecuada dentro de proyectos constructivos sostenibles.

2.2.3. LADRILLOS DE ARCILLA

Los ladrillos de arcilla son un tema de interés para varios autores en el campo de la construcción, la arquitectura y la ingeniería.

Ching (1975) describe los ladrillos de arcilla como uno de los materiales más antiguos y fundamentales en la construcción, destacando su durabilidad, resistencia al fuego y capacidad para ser moldeado en diferentes formas. Además, subraya su uso tradicional en la albañilería para la construcción de muros y estructuras arquitectónicas, aprovechando tanto sus propiedades físicas como estéticas.

Onouye y Kane (1998) señalan que los ladrillos de arcilla son esenciales en la construcción de muros de carga, tabiques y otros elementos estructurales. Destacan su capacidad para soportar grandes cargas y su durabilidad, lo que los convierte en un material ideal para proyectos de larga duración, tanto en edificaciones residenciales como comerciales.

Maldonado (1972) enfatiza que los ladrillos de arcilla, además de su versatilidad técnica, tienen un significado cultural importante en diferentes regiones del mundo. Su fabricación artesanal y uso en la

construcción de edificios tradicionales los conecta con las identidades locales, lo que refuerza la idea de que la tecnología debe estar alineada con las tradiciones culturales.

Los ladrillos de arcilla se describen en las normativas de construcción como un material estándar para la albañilería. Según los manuales técnicos, como el International Building Code (2018), los ladrillos de arcilla deben cumplir con especificaciones precisas de resistencia y dimensiones para garantizar su adecuado uso en la construcción de estructuras seguras y duraderas (IBC, 2018).

2.2.4. MATERIALES CONSTITUYENTES

Los ladrillos artesanales están compuestos principalmente por materiales naturales que pueden variar según la región y las técnicas de fabricación utilizadas. A continuación, se describen los materiales constituyentes más comunes de los ladrillos artesanales:

Arcilla: La arcilla es el material base utilizado en la fabricación de ladrillos artesanales. Es una mezcla de minerales finamente divididos y es fundamental para la plasticidad y cohesión del ladrillo durante su formación y secado.

Tierra: En algunos casos, se utiliza tierra como parte de la mezcla para fabricar ladrillos artesanales. La tierra puede aportar propiedades específicas al ladrillo, como mayor resistencia, textura o coloración.

Arena: La arena se utiliza como un componente para mejorar las propiedades mecánicas y la resistencia del ladrillo. Ayuda a reducir la contracción y mejorar los resultados dimensionales mostraron que la incorporación de agregado fino no alteró significativamente las dimensiones físicas de las unidades de albañilería durante el secado y la cocción.

Agua: El agua es esencial para la formación de la mezcla de arcilla, tierra y arena. Regula la plasticidad de la mezcla y facilita su manipulación durante el proceso de fabricación.

Aditivos naturales: En algunos casos, se pueden agregar aditivos naturales a la mezcla para mejorar ciertas propiedades del ladrillo artesanal. Por ejemplo, la paja o el estiércol pueden agregar resistencia al fuego o mejorar la capacidad de aislamiento térmico del ladrillo.

Es importante destacar que los ladrillos artesanales se caracterizan por utilizar materiales locales y naturales, lo que puede generar variaciones en las propiedades y apariencia de los ladrillos según la disponibilidad y calidad de los materiales en cada región. Además, el proceso de fabricación artesanal permite cierta flexibilidad en la composición de la mezcla para adaptarse a las condiciones específicas de cada lugar y proyecto.

Propiedades mecánicas de la arcilla

La arcilla es un material natural ampliamente utilizado en la construcción y la fabricación de ladrillos, cerámicas y otros productos debido a sus propiedades mecánicas únicas. Algunas de las propiedades mecánicas más importantes de la arcilla son:

- **Plasticidad:** La arcilla tiene la capacidad de ser moldeada y manipulada fácilmente cuando está húmeda debido a su plasticidad. Esta propiedad permite dar forma a la arcilla para la fabricación de ladrillos, tejas, vasijas y otros productos cerámicos.
- **Cohesión:** La arcilla tiene una alta cohesión, lo que significa que las partículas de arcilla se adhieren entre sí. Esta propiedad es fundamental para mantener la integridad estructural de los materiales cerámicos durante la fabricación y después de la cocción.
- **Expansión y contracción:** La arcilla experimenta cambios dimensionales durante el secado y la cocción debido a la expansión y contracción. Esto puede afectar la forma y las dimensiones finales de los productos cerámicos, por lo que es

importante controlar estos cambios para evitar deformaciones.

- Resistencia a la compresión: La arcilla tiene una resistencia a la compresión significativa, lo que la hace adecuada para soportar cargas verticales en aplicaciones de construcción, como en ladrillos y bloques de arcilla utilizados en muros y tabiques.
- Porosidad: La arcilla puede tener una porosidad variable dependiendo de su composición y proceso de fabricación. La porosidad afecta la capacidad de absorción de agua y la resistencia a la intemperie de los productos cerámicos.
- Dureza: La arcilla puede tener una dureza variable, desde suave hasta muy dura, dependiendo de la cantidad de minerales presentes y su grado de compactación. Esta propiedad influye en la facilidad de trabajar la arcilla y en la resistencia final de los productos cerámicos.

Es importante tener en cuenta que las propiedades mecánicas de la arcilla pueden variar considerablemente según su composición mineralógica, contenido de humedad, proceso de fabricación y tratamiento térmico. Estas propiedades hacen que la arcilla sea un material versátil y ampliamente utilizado en diversas aplicaciones industriales y artesanales.

Propiedades físicas de la arcilla

Además de sus propiedades mecánicas, la arcilla presenta características físicas que influyen en su uso dentro de la construcción y la producción cerámica.

- Textura: la arcilla posee una textura fina debido al tamaño reducido de sus partículas. Esta característica favorece su plasticidad y facilidad de moldeo.

- Color: puede presentar tonalidades blancas, grises, rojizas, amarillas o marrones, dependiendo de su composición mineralógica y de la presencia de óxidos metálicos.
- Porosidad: permite que la arcilla absorba y retenga agua. Esta propiedad debe ser controlada, ya que afecta la resistencia y durabilidad del producto final.
- Retracción: durante el secado, la arcilla pierde humedad y disminuye su volumen. Si este proceso no se controla, pueden aparecer grietas o deformaciones.
- Expansión: cuando la arcilla absorbe agua, puede aumentar de volumen. Esta propiedad puede afectar la estabilidad del material si no se maneja correctamente.
- Absorción de agua: la arcilla tiene capacidad para absorber humedad, lo que influye en el secado, la cocción y el comportamiento final del ladrillo.
- Plasticidad: es una de sus propiedades más importantes, ya que permite moldearla antes de que sea sometida al proceso de secado y cocción.

Estas propiedades hacen que la arcilla sea un material ampliamente utilizado en la construcción, la cerámica y otras actividades industriales y artesanales.

Normativas y estándares aplicables

Las normas técnicas relacionadas con las unidades de albañilería tienen como finalidad asegurar la calidad, seguridad y uniformidad de los materiales empleados en la construcción. Estas normas pueden variar según el país, pero generalmente establecen requisitos sobre dimensiones, resistencia, absorción, durabilidad y métodos de ensayo.

Entre las principales referencias se encuentran las normas ASTM, que regulan diversos materiales de construcción, como ladrillos de arcilla, bloques de concreto y adoquines. Por ejemplo, la ASTM C216

se relaciona con ladrillos de arcilla; la ASTM C90, con bloques de concreto; y la ASTM C936, con adoquines de concreto.

También existen normas internacionales ISO y códigos de construcción como el International Building Code, los cuales establecen criterios técnicos para garantizar que las unidades de albañilería puedan ser utilizadas de manera segura en diferentes tipos de edificaciones.

En el contexto nacional, cada país cuenta con normas propias que deben ser consideradas durante el diseño, fabricación y ejecución de obras de albañilería.

Compatibilidad con otros materiales

La compatibilidad de las unidades de albañilería con otros materiales es un aspecto importante para garantizar la seguridad, durabilidad y buen comportamiento de una construcción. Esta compatibilidad puede evaluarse desde varios aspectos.

- Resistencia química: las unidades de albañilería deben resistir la acción de agentes como humedad, sales, ácidos o sustancias agresivas, especialmente en ambientes expuestos.
- Propiedades mecánicas: deben ser compatibles con materiales como concreto, acero o madera, de manera que el conjunto estructural funcione adecuadamente.
- Estabilidad dimensional: es importante que las unidades no presenten deformaciones excesivas que puedan generar grietas o daños en otros elementos de la edificación.
- Interacción estructural: cuando se combinan distintos materiales, debe garantizarse una adecuada transferencia de cargas y esfuerzos.
- Compatibilidad estética: además del aspecto técnico, las unidades deben integrarse visualmente con los acabados,

revestimientos, puertas, ventanas y demás elementos arquitectónicos.

Por tanto, la compatibilidad entre materiales debe analizarse antes de ejecutar una obra, ya que de ello depende tanto el desempeño estructural como la apariencia final de la construcción.

Proceso de fabricación del ladrillo de arcilla

El proceso de fabricación del ladrillo de arcilla comprende varias etapas, desde la extracción de la materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado.

- Extracción de la arcilla: la arcilla se obtiene de canteras o yacimientos naturales. Este material debe presentar características adecuadas de plasticidad, composición y humedad para ser utilizado en la fabricación de ladrillos.
- Preparación de la mezcla: luego de la extracción, la arcilla se limpia, tritura y mezcla con otros componentes, como arena o agua, hasta obtener una masa homogénea y trabajable.
- Moldeo: la mezcla preparada se coloca en moldes con la forma y dimensiones del ladrillo. Este proceso puede realizarse manualmente o mediante maquinaria, dependiendo del nivel tecnológico del taller o planta de producción.
- Secado: los ladrillos moldeados se dejan secar para eliminar parte del agua contenida en la mezcla. Esta etapa es fundamental, ya que un secado inadecuado puede provocar fisuras o deformaciones.
- Cocción: una vez secos, los ladrillos se introducen en hornos donde son sometidos a altas temperaturas. Durante esta etapa, la arcilla experimenta cambios físicos y químicos que le otorgan resistencia y durabilidad.
- Enfriado y almacenamiento: después de la cocción, los ladrillos se dejan enfriar gradualmente. Luego son

almacenados en condiciones adecuadas hasta su distribución o uso en obra.

Aunque el proceso puede variar según la tecnología empleada, estos pasos representan la secuencia general utilizada en la fabricación de ladrillos de arcilla.

Consideraciones ambientales en la fabricación de ladrillos

La producción de ladrillos de arcilla genera impactos ambientales que deben ser considerados para promover una construcción más sostenible.

Uno de los principales impactos se relaciona con la extracción de la materia prima, ya que puede alterar el paisaje, afectar la biodiversidad y modificar el suelo. Por ello, es importante aplicar prácticas de extracción responsables y planes de recuperación de las zonas intervenidas.

Otro aspecto relevante es el consumo de energía durante el proceso de fabricación, especialmente en la etapa de cocción. El uso de hornos tradicionales puede generar emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero. Por esta razón, se recomienda emplear tecnologías más eficientes y combustibles menos contaminantes.

Asimismo, durante la producción se generan residuos como ladrillos defectuosos, recortes de arcilla y material sobrante. Estos residuos pueden ser reutilizados o reciclados dentro del mismo proceso productivo, reduciendo así el impacto ambiental.

Finalmente, debe resaltarse que los ladrillos de arcilla poseen una alta durabilidad y buenas propiedades térmicas, lo que puede contribuir a mejorar la eficiencia energética de las edificaciones y reducir la necesidad de mantenimiento o reemplazo frecuente.

2.2.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes de los ladrillos de arcilla, ya que permite conocer su capacidad para soportar cargas verticales sin fallar. Esta propiedad resulta fundamental cuando los ladrillos se emplean en muros, tabiques o elementos de albañilería sometidos a esfuerzos.

La ASTM International establece métodos de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla y otros materiales de construcción. Estas normas permiten evaluar el comportamiento mecánico de las unidades y verificar si cumplen con los requisitos técnicos exigidos.

Ching, en su obra *Building Construction Illustrated*, resalta la importancia de las propiedades mecánicas de los materiales de construcción, entre ellas la resistencia, como criterio para seleccionar adecuadamente los elementos que serán utilizados en una obra.

De igual manera, Onouye y Kane explican que los materiales de albañilería deben presentar propiedades mecánicas suficientes para resistir las cargas y esfuerzos a los que estarán sometidos durante su vida útil.

Es importante precisar que la resistencia a la compresión del ladrillo puede variar según la calidad de la arcilla, la dosificación de la mezcla, el proceso de secado, la temperatura de cocción y el control de calidad aplicado durante su fabricación.

2.2.6. AGREGADOS FINOS

Los agregados finos son materiales granulares que pasan por el tamiz de 4.75 mm, conocido también como tamiz N.º 4. Generalmente están conformados por arena natural o material triturado, y cumplen un papel importante en la elaboración de concretos, morteros y otros materiales de construcción.

Nilson, Darwin y Dolan, en su obra *Design of Concrete Structures*, definen los agregados finos como partículas inertes que permiten llenar los vacíos existentes entre los agregados gruesos, contribuyendo a formar una mezcla más compacta y cohesiva.

Neville, en *Properties of Concrete*, señala que los agregados finos influyen directamente en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto, por lo que su calidad y gradación deben ser cuidadosamente controladas.

Asimismo, Nataraja y Shetty explican que los agregados finos, comúnmente conocidos como arena, actúan como material de relleno dentro de la mezcla y favorecen la unión entre los agregados gruesos y la pasta de cemento.

En síntesis, los agregados finos son esenciales para lograr una mezcla adecuada, ya que influyen en la cohesión, trabajabilidad, resistencia y comportamiento final del concreto o mortero.

2.2.7. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO

El agregado fino está compuesto principalmente por partículas minerales de pequeño tamaño. Su origen puede ser natural, como la arena de río o cantera, o artificial, cuando se obtiene mediante la trituración de rocas.

- Composición: está conformado por partículas minerales inertes, las cuales deben estar libres de sustancias perjudiciales.
- Tamaño de partícula: sus partículas son menores a 4.75 mm y pueden variar desde arenas finas hasta arenas gruesas.
- Forma y textura: las partículas pueden ser redondeadas, angulosas o mixtas. Esta característica influye en la trabajabilidad y adherencia dentro de la mezcla.

- Distribución granulométrica: una buena distribución de tamaños permite obtener mezclas más compactas, resistentes y fáciles de trabajar.
- Limpieza y calidad: el agregado fino debe estar libre de arcilla, limo, materia orgánica u otras impurezas que puedan afectar la resistencia y durabilidad del concreto.
- Absorción de agua: la capacidad de absorción depende de la porosidad del agregado. Esta propiedad influye en la cantidad de agua necesaria para la mezcla.

Por ello, la selección del agregado fino debe realizarse considerando sus propiedades físicas y su cumplimiento con las normas técnicas correspondientes.

2.2.8. FUNCIONES DEL AGREGADO FINO EN EL CONCRETO

El agregado fino cumple diversas funciones dentro del concreto, ya que no solo actúa como material de relleno, sino que también influye en su comportamiento fresco y endurecido.

- Relleno de vacíos: permite ocupar los espacios existentes entre los agregados gruesos, favoreciendo una mezcla más densa y compacta.
- Mejora de la trabajabilidad: ayuda a que el concreto pueda mezclarse, colocarse y compactarse con mayor facilidad.
- Incremento de la cohesión: contribuye a evitar la segregación y el sangrado de la mezcla, manteniendo sus componentes distribuidos de manera uniforme.
- Aporte a la resistencia y durabilidad: una adecuada proporción de agregado fino puede mejorar la resistencia mecánica y la estabilidad del concreto.
- Mejora del acabado superficial: la textura del agregado fino influye en la apariencia final del concreto, especialmente en superficies expuestas.
- Control del consumo de cemento: el uso adecuado de agregados finos permite optimizar la cantidad de cemento

requerida, lo cual puede reducir costos y disminuir el impacto ambiental.

En consecuencia, el agregado fino debe ser seleccionado y dosificado correctamente, ya que su calidad influye directamente en el desempeño del concreto.

2.2.9. PROPIEDADES DEL CONCRETO

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción debido a su resistencia, durabilidad y versatilidad. Sus propiedades dependen de la calidad de sus componentes, la dosificación de la mezcla, el proceso de colocación y el curado.

- Resistencia mecánica: el concreto presenta alta resistencia a la compresión, por lo que es adecuado para elementos estructurales como columnas, vigas, losas y cimentaciones.
- Durabilidad: puede resistir la acción del clima, la humedad, el desgaste y algunos agentes químicos, siempre que sea diseñado y ejecutado correctamente.
- Trabajabilidad: en estado fresco, el concreto debe poder mezclarse, transportarse, colocarse y compactarse sin perder uniformidad.
- Estabilidad dimensional: una vez endurecido, mantiene su forma y dimensiones, aunque puede presentar contracciones si no se controla adecuadamente el curado.
- Aislamiento térmico y acústico: dependiendo de su densidad y composición, puede contribuir al confort térmico y acústico de las edificaciones.
- Resistencia al fuego: el concreto es un material incombustible, por lo que ofrece un buen comportamiento frente a altas temperaturas.
- Versatilidad: puede utilizarse en una amplia variedad de formas, estructuras y acabados arquitectónicos.

- **Sostenibilidad:** cuando se incorporan materiales reciclados o adiciones alternativas, el concreto puede reducir su impacto ambiental y mejorar su eficiencia.

Estas propiedades hacen que el concreto sea un material esencial en la construcción moderna.

2.2.10. SELECCIÓN Y GRADACIÓN DE LOS AGREGADOS

La selección y gradación de los agregados son procesos fundamentales para obtener una mezcla de concreto de buena calidad. Una elección inadecuada puede afectar la resistencia, durabilidad, trabajabilidad y apariencia final del material.

Selección de agregados

La selección consiste en elegir los agregados adecuados según sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. Para ello, se consideran aspectos como el tipo de agregado, origen, calidad, forma, tamaño, limpieza, contenido de impurezas y capacidad de absorción de agua.

Los agregados deben provenir de fuentes confiables y cumplir con los requisitos establecidos por las normas técnicas. Además, deben estar libres de materiales orgánicos, arcilla, limo u otras sustancias que puedan afectar el comportamiento del concreto.

Gradación de agregados

La gradación se refiere a la distribución de tamaños de partículas dentro de la mezcla. Una granulometría adecuada permite obtener un concreto más compacto, resistente y trabajable.

Una buena curva granulométrica favorece la reducción de vacíos, mejora la cohesión de la mezcla y permite optimizar el consumo de cemento y agua. Por el contrario, una mala gradación puede generar segregación, baja resistencia o dificultad para colocar el concreto.

Por ello, tanto la selección como la gradación de los agregados deben realizarse mediante ensayos y criterios técnicos adecuados.

2.2.11. IMPACTO AMBIENTAL DEL LADRILLO DE ARCILLA

El ladrillo de arcilla, aunque es un material tradicional y ampliamente utilizado en la construcción, también genera impactos ambientales que deben ser evaluados durante todo su ciclo de vida.

Uno de los principales impactos se produce durante la extracción de la arcilla, ya que esta actividad puede alterar el paisaje, afectar el suelo y reducir la biodiversidad en las zonas de explotación.

Asimismo, el proceso de fabricación requiere consumo de energía, especialmente durante la cocción. Cuando se utilizan hornos tradicionales o combustibles contaminantes, se pueden generar emisiones de dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y material particulado, afectando la calidad del aire.

También debe considerarse el consumo de agua durante la preparación de la mezcla, el moldeo y la limpieza de equipos. En zonas con escasez hídrica, este aspecto puede representar un problema ambiental importante.

Durante la producción se generan residuos como ladrillos defectuosos, recortes de arcilla y material sobrante. Una gestión adecuada de estos residuos permite reducir el impacto ambiental y promover prácticas de reciclaje o reutilización.

Sin embargo, también es importante reconocer que los ladrillos de arcilla poseen ventajas ambientales asociadas a su durabilidad, resistencia y capacidad de aislamiento térmico. Estas características pueden contribuir a edificaciones más eficientes y con menor necesidad de mantenimiento.

En conclusión, el impacto ambiental del ladrillo de arcilla puede reducirse mediante buenas prácticas de extracción, hornos más

eficientes, gestión adecuada de residuos, reutilización de materiales y aplicación de tecnologías más limpias en el proceso productivo.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Absorción de agua

La absorción de agua es la capacidad de un material poroso para retener agua en sus vacíos internos. En ladrillos de arcilla, se expresa como porcentaje respecto al peso seco. Wienerberger (2019), Akinshipe y Kornelius (2017), Karaman et al. (2006), Demir (2008) y Zhang (2013) indican que una absorción elevada puede reducir la resistencia y la durabilidad del ladrillo.

Agregado fino

El agregado fino es un material granular, como arena natural o triturada, que pasa por el tamiz de 4.75 mm. Su función es llenar vacíos, mejorar la trabajabilidad y contribuir a la densidad y resistencia de las mezclas. Rique Pérez (2011), Solórzano Pinargote et al. (2018), Limay Campos y Vásquez Caruajulca (2019), Medrano Sánchez (1998), así como las normas INEN 872:2011 y ASTM C33-18, resaltan la importancia de controlar su granulometría, limpieza y calidad.

Alabeo en unidades de albañilería

El alabeo es la deformación o curvatura que presenta una unidad de albañilería en su superficie, afectando la planeidad del muro y la adherencia del mortero. Mindess, Young y Darwin (2010), Neville (2012), López (2020), Gutiérrez y Rodríguez (2021) y Cabrera (2019) sostienen que el alabeo debe controlarse para evitar defectos geométricos, estéticos y de durabilidad.

Compresión de unidades de albañilería

El ensayo de compresión en unidades de albañilería mide la carga máxima que soporta un ladrillo o bloque antes de fallar. Es un indicador

directo de su resistencia estructural. Neville (2012), Mehta y Monteiro (2014), Cabrera (2019), Gutiérrez y Rodríguez (2021) y López (2020) resaltan que este ensayo debe realizarse con equipos calibrados y según normas como la NTP 399.604 y ASTM C67.

Compresión de prismas de albañilería

El ensayo de compresión de prismas evalúa el comportamiento conjunto del ladrillo y el mortero. Representa mejor el desempeño real de un muro que el ensayo de unidades aisladas. Drysdale, Hamid y Baker (2008), Neville (2012), Mehta y Monteiro (2014), López (2020) y Gutiérrez y Rodríguez (2021) indican que este ensayo permite analizar la interacción entre unidades, juntas y mortero, conforme a normas como ASTM C1314 o NTP 399.620.

Durabilidad

La durabilidad es la capacidad de un material para conservar sus propiedades frente al paso del tiempo y a condiciones como humedad, temperatura, abrasión o agentes químicos. El ACI Committee (2016), Wienerberger (2019), Poon y Chan (2007), Hegazy et al. (2012) y Zhang (2013) sostienen que la durabilidad depende de factores como porosidad, absorción, densidad y temperatura de cocción.

Estándares de calidad

Los estándares de calidad son normas técnicas que establecen requisitos mínimos para asegurar que los materiales de construcción sean seguros, resistentes y durables. La Brick Industry Association (2015), Wienerberger (2019), Karaman et al. (2006), Demir (2008) y el ACI Committee (2016) destacan que estos estándares permiten controlar resistencia, absorción, dimensiones y clasificación de los productos.

Ensayo de dimensionamiento en unidades de albañilería

El ensayo de dimensionamiento permite verificar el largo, ancho y alto real de ladrillos o bloques, comparándolos con las tolerancias establecidas por las normas técnicas. Neville (2012), Mehta y Monteiro (2014), Cabrera (2019), Gutiérrez y Rodríguez (2021) y López (2020) señalan que el control dimensional mejora el alineamiento, reduce el consumo de mortero y favorece la calidad del muro.

Granulometría y módulo de finura

La granulometría describe la distribución del tamaño de partículas de un agregado. El módulo de finura resume esa distribución y permite evaluar si el material es fino, medio o grueso. El ACI Committee (2016), Rique Pérez (2011), Karaman et al. (2006), Mora et al. (2022) y Solórzano Pinargote et al. (2018) señalan que estas propiedades influyen en la trabajabilidad, compactación, resistencia y durabilidad de las mezclas.

Incorporación

La incorporación consiste en añadir materiales complementarios a una mezcla, como agregados finos, fibras vegetales o residuos procesados, con el fin de mejorar sus propiedades físicas o mecánicas. Rique Pérez (2011), Limay Campos y Vásquez Caruajulca (2019), Colque Blas (2021) y Mora et al. (2022) consideran que esta práctica permite innovar en la producción de materiales de construcción, siempre que se controle la proporción y el procedimiento utilizado.

Ladrillos tradicionales de arcilla

Los ladrillos tradicionales de arcilla son unidades elaboradas con arcilla local, moldeadas generalmente de forma manual y cocida en hornos artesanales. Se utilizan principalmente en muros, cerramientos y viviendas. Maldonado Carrasco (2003), Colque Blas (2021), Limay Campos y Vásquez Caruajulca (2019), Contreras Flores (2024) y Medrano Sánchez (1998) señalan que estos ladrillos son económicos

y de uso frecuente, aunque pueden presentar variaciones en dimensiones y resistencia por falta de control técnico.

Porosidad

La porosidad es la cantidad de vacíos presentes en un material respecto a su volumen total. Esta propiedad influye en la absorción de agua, resistencia, conductividad térmica y durabilidad. Karaman et al. (2006), Wienerberger (2019), Poon y Chan (2007), Demir (2008) y Zhang (2013) indican que una porosidad excesiva reduce la resistencia y limita el uso estructural de los ladrillos.

Resistencia

La resistencia es la capacidad de un material para soportar cargas sin romperse ni deformarse en exceso. En ladrillos y concretos, la resistencia a la compresión es una de las más importantes porque permite conocer su comportamiento frente a cargas verticales. Autores como Rique Pérez (2011), Limay Campos y Vásquez Caruajulca (2019), Colque Blas (2021), Maldonado Carrasco (2003) y las normas ASTM y NTP coinciden en que esta propiedad debe verificarse mediante ensayos normalizados para garantizar seguridad y calidad constructiva.

Temperatura de cocción

La temperatura de cocción es el nivel de calor aplicado a la arcilla durante la fabricación del ladrillo. Este factor define su densidad, resistencia, absorción y durabilidad. Karaman et al. (2006), Wienerberger (2019), Demir (2008), Hegazy et al. (2012) y Zhang (2013) coinciden en que una cocción adecuada mejora la microestructura del ladrillo y reduce defectos.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H₁: La incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H₀: La incorporación de agregado fino no influye significativamente en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H_{1.1}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{0.1}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{1.2}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{0.2}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{1.3}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{0.3}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{1.4}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería elaborados con ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{0.4}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería elaborados con ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN

Resistencia de los ladrillos tradicionales.

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA

Incorporación de agregado fino.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA COCIDA TIPO I CON INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ÁNCASH - 2025”

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento	Escala de medición
Variable independiente: Incorporación de agregado fino	La incorporación de agregado fino consiste en adicionar partículas minerales finas a la mezcla de arcilla utilizada para la elaboración de ladrillos, con la finalidad de modificar su composición y evaluar su efecto en el comportamiento físico y mecánico de las unidades de albañilería.	Se operacionalizó mediante la adición de agregado fino en cuatro dosificaciones: 0 %, 4 %, 8 % y 12 %, aplicadas durante la fabricación de ladrillos tradicionales de arcilla.	Dosificación de agregado fino	Porcentaje de agregado fino incorporado: 0 %, 4 %, 8 % y 12 %	Dosificación experimental	Ficha de control de mezcla	Razón
Variable dependiente: Desempeño físico-mecánico de	El desempeño físico-mecánico de los ladrillos tradicionales de arcilla comprende el comportamiento de las	Se operacionalizó mediante ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión de	Variación dimensional	Largo, ancho y altura de las unidades de albañilería	Ensayo de dimensionamiento en unidades de albañilería	Ficha de laboratorio	Razón

los ladrillos tradicionales de arcilla	unidades frente a variaciones geométricas, deformaciones superficiales y esfuerzos de compresión, evaluado mediante ensayos de laboratorio.	unidades de albañilería y resistencia a la compresión de prismas, comparando el ladrillo patrón con los ladrillos elaborados con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino.	Alabeo	Deformación superficial de la unidad de albañilería, expresada en milímetros	Ensayo de alabeo en unidades de albañilería	Ficha de laboratorio
			Resistencia a la compresión de unidades	Carga máxima soportada por la unidad de albañilería, expresada en kg/cm ²	Ensayo de compresión de unidades de albañilería	Ficha de laboratorio / prensa hidráulica
			Resistencia a la compresión de prismas	Carga máxima soportada por los prismas de albañilería, expresada en kg/cm ²	Ensayo de compresión de prismas de albañilería	Ficha de laboratorio / prensa hidráulica

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación desarrollada fue aplicada, ya que buscó resolver un problema específico relacionado con la mejora de las propiedades mecánicas de los ladrillos tradicionales de arcilla mediante la incorporación de agregado fino. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación aplicada tiene como finalidad generar conocimientos que puedan ser utilizados en la optimización de procesos o productos dentro de un campo disciplinar.

En este caso, la investigación se orientó a fortalecer la resistencia de los ladrillos artesanales fabricados en la localidad de San Marcos, Huari, Áncash, con fines de mejorar su desempeño en obras de construcción y aportar alternativas más eficientes y sostenibles en el sector de la vivienda.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, porque se empleó la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos en laboratorio para probar la hipótesis planteada. Además, se utilizaron herramientas estadísticas para interpretar los resultados y determinar el nivel de significancia de las diferencias entre los grupos de muestras.

Según Gómez (2006), el enfoque cuantitativo permite analizar información objetiva mediante la medición de variables y la aplicación de pruebas estadísticas.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de la investigación fue explicativo, ya que buscó identificar y explicar cómo la incorporación de agregado fino influye en la resistencia de los ladrillos de arcilla.

De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014), la investigación explicativa permite descubrir relaciones de causa-efecto entre variables. En este estudio, se estableció cómo la variación en los porcentajes de agregado fino (0 %, 4 %, 8 % y 12 %) afecta la resistencia mecánica y la calidad de los ladrillos tradicionales.

3.1.3. DISEÑO

La investigación tuvo un diseño experimental puro, ya que se manipuló la variable independiente: el porcentaje de incorporación de agregado fino en la mezcla de arcilla, en proporciones del 0 %, 4 %, 8 % y 12 %. Posteriormente, se analizaron los efectos en la variable dependiente, que fue la resistencia mecánica y el desempeño físico de los ladrillos.

Donde:

G1: Ladrillos patrón (0 % de agregado fino).

G2: Ladrillos con 4 % de agregado fino.

G3: Ladrillos con 8 % de agregado fino.

G4: Ladrillos con 12 % de agregado fino.

M1: Resultados de los ensayos de las muestras patrón.

M2, M3, M4: Resultados de los ensayos de los ladrillos con agregado fino incorporado en 4 %, 8 % y 12 %, respectivamente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo conformada por los ladrillos tradicionales de arcilla producidos en San Marcos, Huari, Áncash, elaborados de manera artesanal para uso en viviendas y edificaciones locales.

Según Neville y Brooks (2010), las propiedades de los materiales cerámicos dependen de su composición, proceso de moldeado y cocción, así como de los aditivos incorporados. En este sentido, la investigación consideró a los ladrillos artesanales de la zona como la población de estudio.

3.2.2. MUESTRA

La muestra fue no probabilística e intencional, seleccionada de acuerdo con los objetivos del estudio y bajo el criterio del investigador. Según Hernández Sampieri et al. (2014), este tipo de muestreo es adecuado cuando se seleccionan elementos con base en características específicas del objeto de estudio.

Se definieron cuatro grupos experimentales con 60 unidades de ladrillos, De este total, la distribución específica por ensayo se detalla en las tablas de resultados, debido a que no todos los ensayos emplearon el mismo número de especímenes, como se muestra a continuación:

Tabla 1

Descripción de la muestra seleccionada para ensayos de laboratorio

Grupo de estudio	Porcentaje de agregado fino	Ensayos aplicados	Número de especímenes
Ladrillo patrón	0 %	Dimensión, alabeo y compresión	Según ensayo
Ladrillo modificado	4 %	Dimensión, alabeo y compresión	Según ensayo
Ladrillo modificado	8 %	Dimensión, alabeo y compresión	Según ensayo
Ladrillo modificado	12 %	Dimensión, alabeo y compresión	Según ensayo
Prismas de albañilería	0 %, 4 %, 8 % y 12 %	Compresión de prismas	Según ensayo

La muestra se distribuyó en cuatro grupos de evaluación: ladrillos patrón con 0 % de agregado fino, ladrillos con 4 %, ladrillos con 8 % y ladrillos con 12 % de agregado fino. Cada grupo fue sometido a

ensayos de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión de unidades y resistencia a la compresión de prismas, según la disponibilidad de especímenes por ensayo. Para evitar inconsistencias en el análisis estadístico, el número de muestras se reportó de manera diferenciada en cada tabla de resultados, indicando el total evaluado por tipo de ensayo.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleó la observación directa durante la fabricación y ensayo de los ladrillos. Igualmente, se utilizaron fichas de laboratorio para registrar los resultados obtenidos en cada una de las pruebas realizadas de acuerdo con las normas técnicas peruanas (NTP) para unidades de albañilería.

Los ensayos aplicados fueron:

- Ensayo de dimensionamiento en unidades de albañilería (NTP 331.018:2014).
- Ensayo de alabeo en unidades de albañilería (NTP 331.018:2014).
- Ensayo de compresión de unidades de albañilería (NTP 331.017:2014).
- Ensayo de compresión de prismas de albañilería (NTP 399.613:2004).

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se aplicó el uso de tablas y gráficos resultantes de análisis estadísticos, cuyos resultados fueron interpretados por el investigador y resultaron útiles para la discusión de la hipótesis y la elaboración de las conclusiones del proyecto de investigación.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva mediante tablas de frecuencia, promedios y porcentajes de variación,

con el propósito de comparar el comportamiento de los ladrillos patrón y los ladrillos elaborados con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino. Para el análisis inferencial, primero se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk o Kolmogorov-Smirnov, según el tamaño muestral de cada grupo. Cuando los datos presentaron distribución normal, se aplicó ANOVA de un factor para comparar los cuatro grupos de estudio. Cuando los datos no presentaron distribución normal, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. El nivel de significancia considerado fue $\alpha = 0,05$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Informe de Albañilería N° 01 – Ladrillo patrón de arcilla

El primer ensayo corresponde al Informe de Albañilería N° 01, emitido por el Laboratorio de Materiales UNICONCRET, ubicado en Amarilis, Huánuco. Se realizó el 07 de julio de 2025, como parte del proyecto titulado “Resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla cocida tipo I con incorporación de agregado fino en San Marcos, Huari, Áncash - 2025”, solicitado por Estacio Rubina Jenner Fredy.

El objetivo fue evaluar las dimensiones físicas básicas de los ladrillos tradicionales de arcilla sin aditivos, los cuales sirvieron como muestra patrón de referencia.

El ensayo se ejecutó conforme a las normas ASTM C67:2003, ASTM C216:2003^{a3}, NTP 331.017, NTP 399.613 y E.070, las cuales establecen los procedimientos técnicos de medición de unidades de albañilería.

Se utilizaron 10 unidades secas, medidas con un Pie de Rey marca BACKER, modelo VC20 (serie 15050909), asegurando precisión milimétrica en los registros.

Tabla 2

Resultados dimensionales – Ladrillo patrón de arcilla

N° de muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
1	20.2	11.6	6.7
2	20.5	11.6	7.0
3	19.8	11.2	6.8
4	20.0	11.8	6.9
5	20.7	11.7	6.3
6	20.4	11.8	6.8
7	20.0	11.5	6.8
8	20.7	11.8	7.0

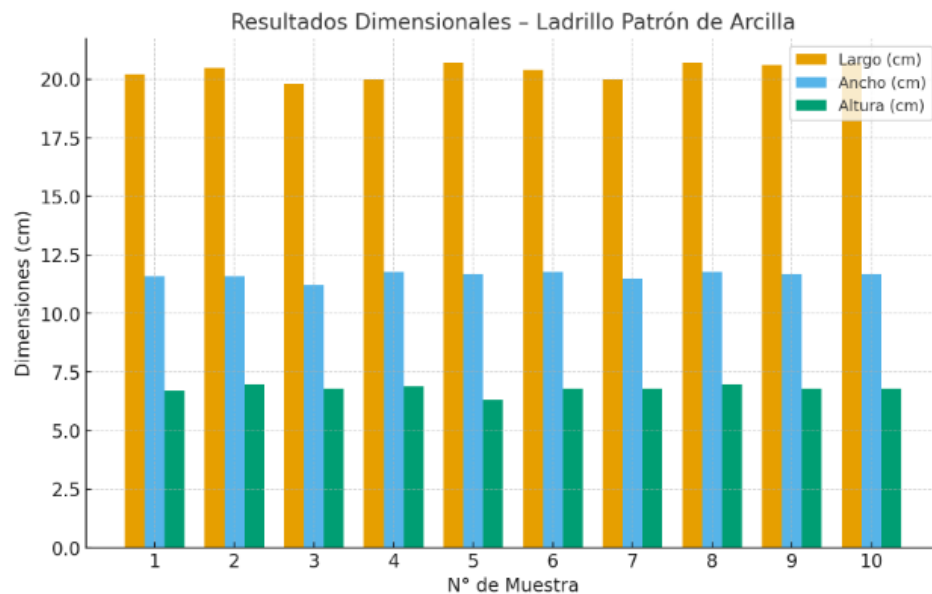
N° de muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
9	20.6	11.7	6.8
10	20.7	11.7	6.8

Nota: Datos y elaboración propia.

Promedios: Largo = 20.36 cm | Ancho = 11.64 cm | Altura = 6.77 cm

Figura 1

Resultados dimensionales del Proceso de elaboración del Ladrillo patrón de arcilla



Interpretación:

Los resultados demuestran una uniformidad dimensional adecuada y coherente con los estándares normativos. El ladrillo patrón constituye la base comparativa para los siguientes ensayos experimentales.

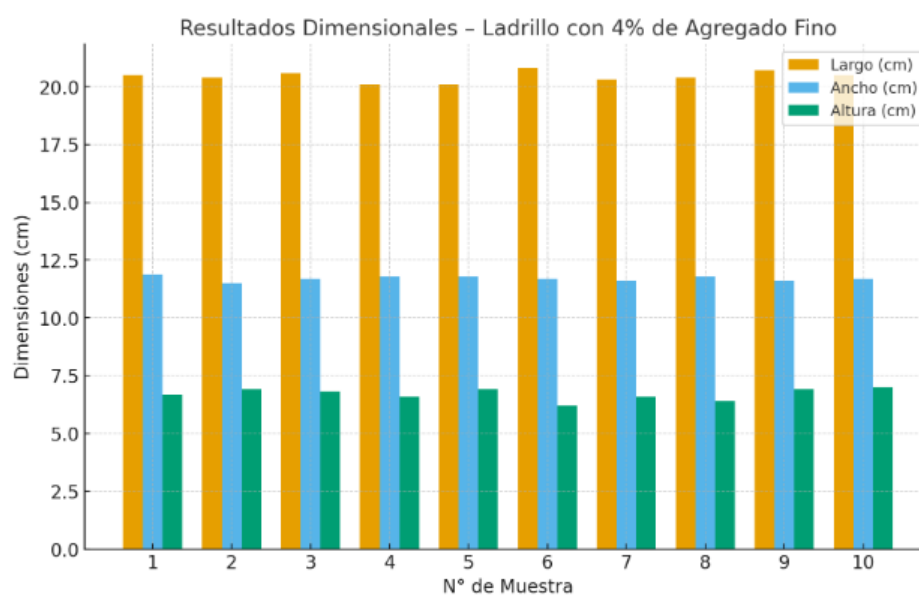
Informe de Albañilería N° 02 – Ladrillos de arcilla con 4% de agregado fino

El segundo informe analiza las unidades de albañilería fabricadas con 4% de agregado fino en la mezcla de arcilla. El ensayo se efectuó bajo las mismas condiciones del ensayo anterior, utilizando 10 unidades secas y el mismo instrumento de medición.

Tabla 3*Resultados dimensionales – Ladrillo con 4% de agregado fino*

N° de muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
1	20.5	11.9	6.7
2	20.4	11.5	6.9
3	20.6	11.7	6.8
4	20.1	11.8	6.6
5	20.1	11.8	6.9
6	20.8	11.7	6.2
7	20.3	11.6	6.6
8	20.4	11.8	6.4
9	20.7	11.6	6.9
10	20.5	11.7	7.0

Promedios: Largo = 20.44 cm | Ancho = 11.71 cm | Altura = 6.70 cm

Figura 2*Resultados dimensionales – Ladrillo con 4% de agregado fino*

Interpretación:

Se observa una ligera mejor uniformidad dimensional respecto a la

muestra patrón, sin evidenciar deformaciones ni contracciones notables. El agregado fino al 4% no afecta negativamente la geometría del ladrillo, lo que sugiere una buena compatibilidad física entre la arcilla y el material agregado.

Informe de Albañilería N° 03 – Ladrillos de arcilla con 8% de agregado fino

El tercer informe presenta el dimensionamiento de ladrillos con 8% de agregado fino. Este ensayo tiene como finalidad comprobar si un mayor porcentaje de agregado altera las dimensiones del ladrillo antes de su ensayo de resistencia.

Tabla 4

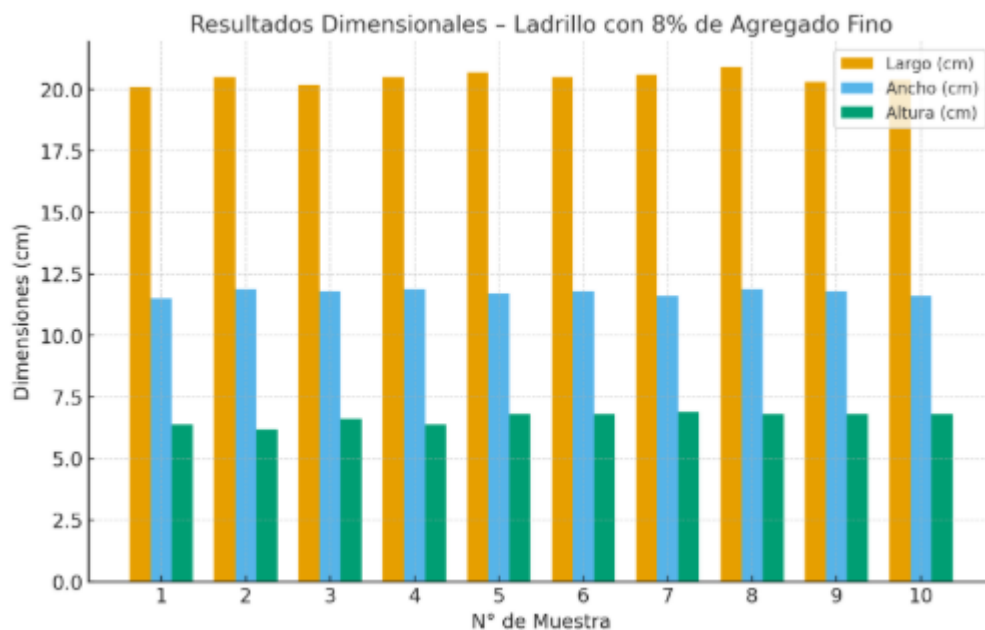
Dimensionales – Ladrillo con 8% de agregado fino

N° de muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
1	20.1	11.5	6.4
2	20.5	11.9	6.2
3	20.2	11.8	6.6
4	20.5	11.9	6.4
5	20.7	11.7	6.8
6	20.5	11.8	6.8
7	20.6	11.6	6.9
8	20.9	11.9	6.8
9	20.3	11.8	6.8
10	20.4	11.6	6.8

Promedios: Largo = 20.47 cm | Ancho = 11.75 cm | Altura = 6.65 cm.

Figura 3

Resultados dimensionales – Ladrillo con 8% de agregado fino



Interpretación:

El incremento del 8% de agregado fino mantiene una estabilidad dimensional similar a las muestras previas. Se evidencia una mínima variación en altura, probablemente asociada al grado de compactación o pérdida de humedad, pero dentro de los márgenes permitidos por las normas ASTM y NTP.

Informe de Albañilería N° 04 – Ladrillos de arcilla con 12% de agregado fino

El cuarto ensayo corresponde a la muestra con 12% de agregado fino, la concentración más alta analizada. Este porcentaje permite evaluar el límite de tolerancia del material sin afectar su forma o consistencia estructural.

Tabla 5

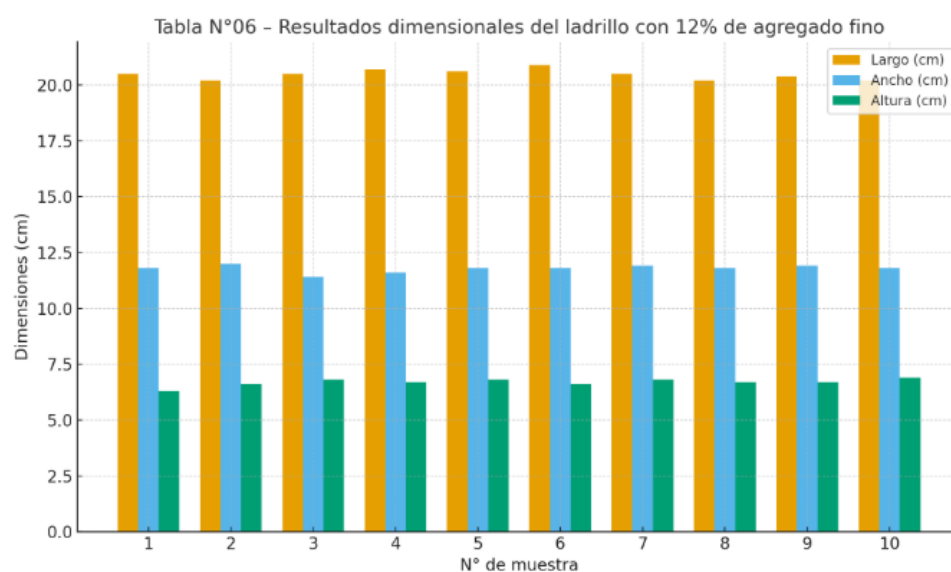
Dimensionales – Ladrillo con 12% de agregado fino

N° de muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
1	20.5	11.8	6.3
2	20.2	12.0	6.6
3	20.5	11.4	6.8
4	20.7	11.6	6.7
5	20.6	11.8	6.8
6	20.9	11.8	6.6
7	20.5	11.9	6.8
8	20.2	11.8	6.7
9	20.4	11.9	6.7
10	20.2	11.8	6.9

Promedios: Largo = 20.47 cm | Ancho = 11.78 cm | Altura = 6.69 cm

Figura 4

Resultados dimensionales – Ladrillo con 12% de agregado fino



Nota: Datos y elaboración propia.

Interpretación:

Los ladrillos con 12% de agregado fino mantienen su regularidad geométrica, evidenciando una ligera expansión en el ancho promedio. No obstante, esta variación se encuentra dentro de los márgenes normativos, indicando que la incorporación de hasta un 12% de agregado fino no compromete la estabilidad dimensional del ladrillo, aunque podría influir en otras propiedades físicas o mecánicas a evaluar posteriormente.

Tabla 6

Cuadro comparativo general de promedios

Tipo de muestra	Largo promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)
Ladrillo patrón (0%)	20.36	11.64	6.77
Ladrillo + 4% agregado fino	20.44	11.71	6.70
Ladrillo + 8% agregado fino	20.47	11.75	6.65
Ladrillo + 12% agregado fino	20.47	11.78	6.69

Análisis general:

El análisis comparativo de las cuatro muestras evidencia que las dimensiones promedio se mantienen prácticamente constantes a medida que aumenta el porcentaje de agregado fino. La variación máxima registrada en el largo es de apenas 0.11 cm, mientras que en ancho y altura las diferencias son menores a 0.15 cm, lo cual demuestra que la incorporación de agregado fino no altera significativamente las dimensiones físicas del ladrillo, asegurando su compatibilidad para usos constructivos normales.

Informe de Albañilería N° 05 – Ensayo de alabeo en ladrillos de arcilla (muestra patrón)

El primer ensayo de alabeo corresponde a los ladrillos patrón de arcilla, sin adición de agregados finos. Se efectuó el 07 de julio de 2025 en el Laboratorio UNICONCRET (Amarilis – Huánuco), bajo la NTP 399.613 y E.070, normas que establecen el método de ensayo para determinar la concavidad o deformación superficial (alabeo) de unidades de albañilería.

El propósito fue determinar la planicidad de los ladrillos de referencia, ya que el alabeo puede afectar la adherencia del mortero y la alineación de muros. Se ensayaron 10 unidades enteras, todas secas, utilizando instrumentos calibrados según procedimiento interno del laboratorio.

Tabla 7

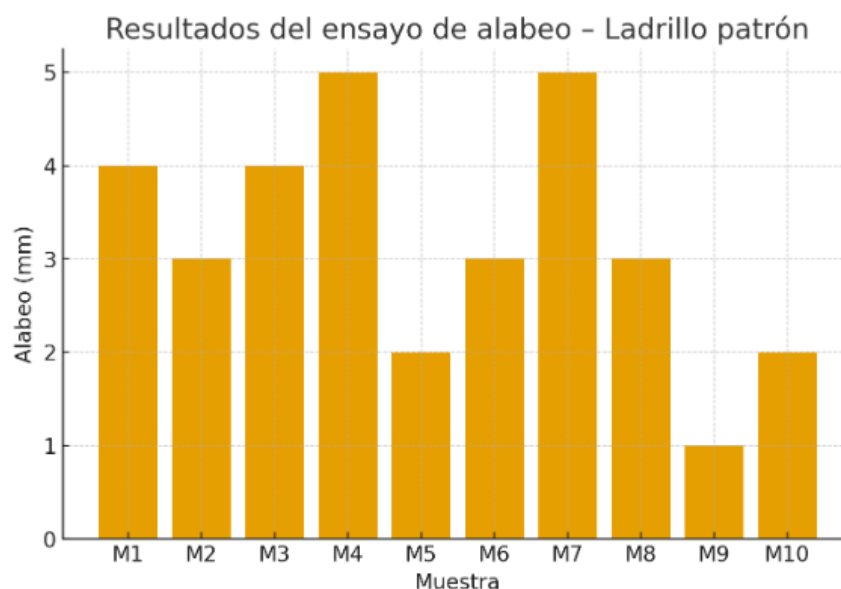
Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo patrón

Muestra	Alabeo (mm)
M1	4
M2	3
M3	4
M4	5
M5	2
M6	3
M7	5
M8	3
M9	1
M10	2

Nota: Datos

Figura 5

Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo patrón



Nota: Datos.

Interpretación:

Los valores obtenidos muestran una ligera curvatura promedio de 3.2 mm, dentro del rango aceptable (< 5 mm) establecido por la norma. Esto confirma una buena estabilidad superficial de la muestra patrón.

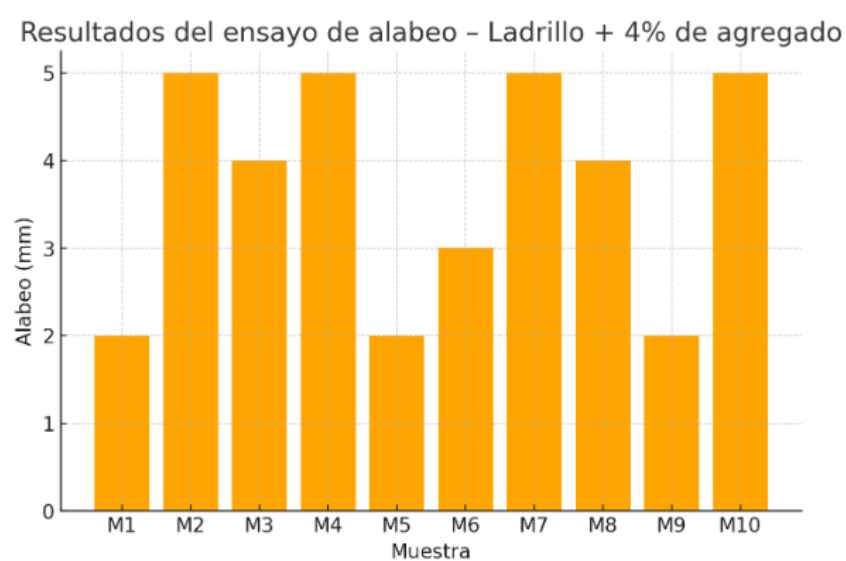
Informe de Albañilería N° 06 – Ladrillos de arcilla con 4 % de agregado fino

El segundo ensayo corresponde a los ladrillos con incorporación del 4 % de agregado fino, elaborados en las mismas condiciones que la muestra patrón. El objetivo fue observar si el material adicional influye en la planicidad de las piezas.

El ensayo se realizó el 07 de julio de 2025, aplicando la misma metodología y normas de referencia.

Tabla 8*Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 4 % de agregado*

Muestra	Alabeo (mm)
M1	2
M2	5
M3	4
M4	5
M5	2
M6	3
M7	5
M8	4
M9	2
M10	5

*Nota: Datos .***Figura 6***Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 4% de agregado**Nota: Datos .***Interpretación:**

El promedio de alabeo se incrementa levemente respecto a la muestra patrón (de 3.2 mm a 3.7 mm). Sin embargo, todos los valores permanecen dentro de los límites normativos, lo que indica que el 4 % de agregado fino no produce deformaciones críticas en las unidades de albañilería.

Informe de Albañilería N° 07 – Ladrillos de arcilla con 8 % de agregado fino

En el tercer informe se evaluaron los ladrillos con 8 % de agregado fino, con el propósito de verificar la tendencia del alabeo conforme aumenta el porcentaje de material añadido.

El procedimiento fue idéntico al de los ensayos anteriores, manteniendo condiciones controladas de humedad y temperatura.

Tabla 9

Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 8 % de agregado fino

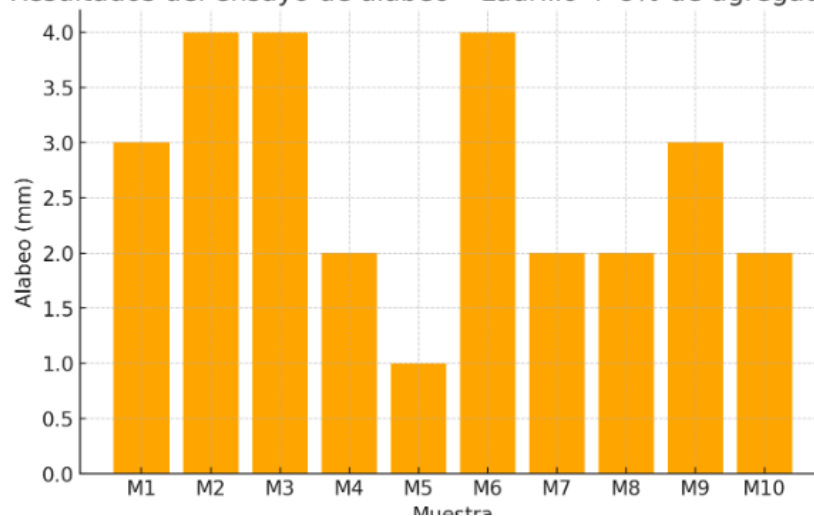
Muestra	Alabeo (mm)
M1	3
M2	4
M3	4
M4	2
M5	1
M6	4
M7	2
M8	2
M9	3
M10	2

Nota: Datos

Figura 7

Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 8% de agregado

Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 8% de agregado fino



Nota: Datos

Interpretación:

Con la adición del 8 % de agregado fino se observa una reducción significativa del alabeo promedio al 2.7mm, lo cual sugiere una mejor compactación y estabilidad geométrica del ladrillo. Esta mejora podría atribuirse al mayor relleno de vacíos por el material fino, que favorece la homogeneidad durante el secado.

Informe de Albañilería N° 08 – Ladrillos de arcilla con 12 % de agregado fino

El cuarto ensayo analizó los ladrillos fabricados con 12 % de agregado fino, siendo este el porcentaje más alto incorporado al estudio. El objetivo fue identificar si un exceso de material fino podría provocar contracciones o deformaciones.

El ensayo, realizado el 07 de julio de 2025, se efectuó bajo las mismas normas NTP 399.613 y E.070, garantizando la comparabilidad de resultados.

Tabla 10

Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 12% de agregado fino

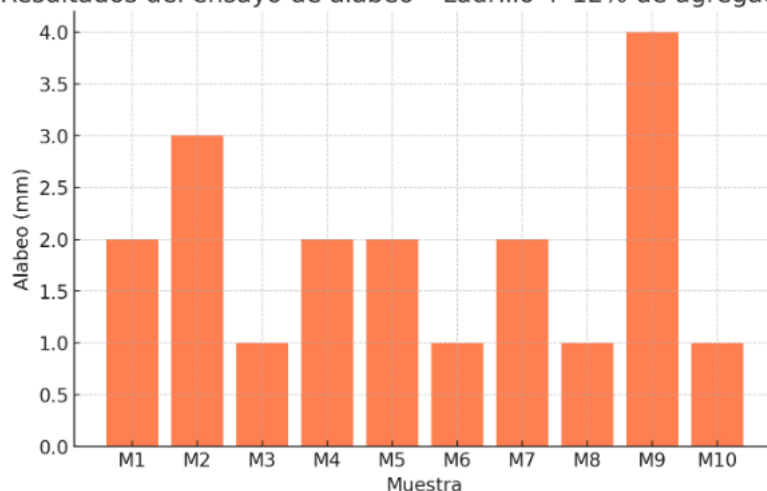
Muestra	Alabeo (mm)
M1	2
M2	3
M3	1
M4	2
M5	2
M6	1
M7	2
M8	1
M9	4
M10	1

Nota: Datos

Figura 8

Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo + 12% de agregado

Resultados del ensayo de alabeo - Ladrillo + 12% de agregado fino



Nota: Datos .

Promedio: 1.9 mm Máximo: 4 mm Mínimo: 1 mm

Interpretación:

El alabeo promedio se reduce a menos de 2 mm, lo que representa una mejor planicidad y estabilidad dimensional. La mezcla con 12 % de agregado fino demuestra excelente control de curvatura superficial, indicando que el material agregado contribuye a una estructura más densa y estable durante la cocción.

Tabla 11

Cuadro comparativo general de alabeo

Tipo de muestra	Promedio (mm)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Evaluación
Ladrillo patrón (0 %)	3.2	5	1	Cumple norma
Ladrillo + 4 % agregado fino	3.7	5	2	Cumple norma
Ladrillo + 8 % agregado fino	2.7	4	1	Cumple norma
Ladrillo + 12 % agregado fino	1.9	4	1	Cumple norma

Nota: Datos

Análisis general:

Los resultados muestran una tendencia descendente del alabeo conforme aumenta la proporción de agregado fino. El ladrillo patrón presenta la mayor deformación promedio (3.2 mm), mientras que el de 12 % de agregado fino alcanza el valor más bajo (1.9 mm). Esta tendencia demuestra que la adición de material fino mejora la estabilidad dimensional y reduce la curvatura superficial, lo que favorece la precisión en el asentado y la calidad estética de los muros.

Informe de Albañilería N° 09 – Ensayo de compresión de ladrillos de arcilla (muestra patrón)

El primer ensayo de compresión corresponde a la muestra patrón, elaborada con ladrillos tradicionales de arcilla sin ningún agregado fino. Este análisis se efectuó el 07 de julio de 2025 en el Laboratorio de Materiales UNICONCRET (Amarilis – Huánuco), bajo las normas NTP 399.613 y E.070, las cuales establecen el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de unidades de albañilería.

El propósito de este ensayo fue determinar la resistencia mecánica básica del ladrillo patrón y servir como línea base para las muestras con aditivos. Se ensayaron 10 unidades enteras, previamente refrentadas con yeso y secas al momento del ensayo.

Tabla 12

Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo patrón de arcilla

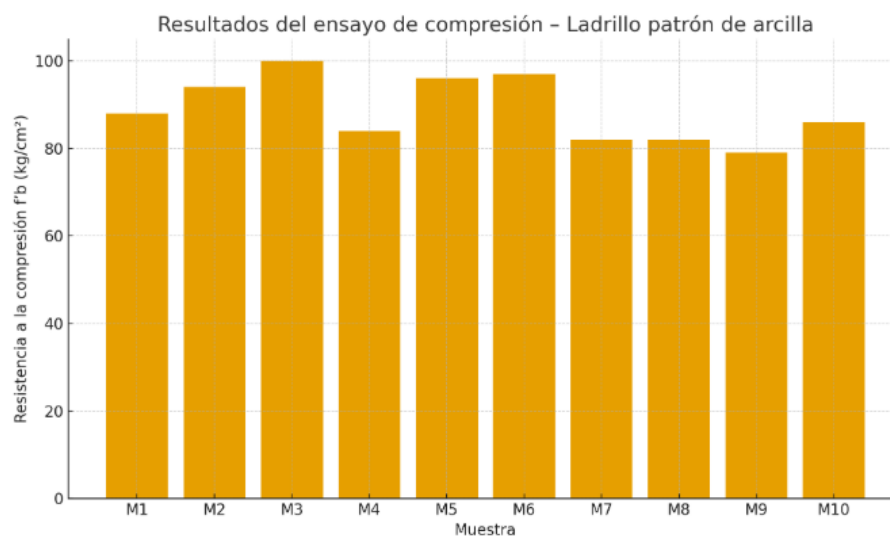
Muestra	Área (cm ²)	Carga Máxima (kN)	f _b (kg/cm ²)
M1	233	186	88
M2	237	201	94
M3	223	201	100
M4	236	178	84
M5	242	210	96
M6	241	210	97
M7	230	169	82
M8	244	180	82

Muestra	Área (cm ²)	Carga Máxima (kN)	f'b (kg/cm ²)
M9	241	172	79
M10	242	187	86

Nota: Datos

Figura 9

Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo patrón de arcilla



Nota: Datos

Resistencia promedio (f'b): 89 kg/cm²

Interpretación:

La resistencia promedio de los ladrillos patrón fue de 89 kg/cm², valor que cumple con los límites establecidos por la norma E.070 para unidades de albañilería cerámica no portante. Este valor servirá como referencia para evaluar el impacto del agregado fino en las demás muestras.

Informe de Albañilería N° 10 – Ladrillos de arcilla con 4% de agregado fino

El segundo ensayo corresponde a los ladrillos con 4% de agregado fino incorporado a la mezcla. El objetivo fue determinar si el agregado contribuye a mejorar la resistencia a la compresión.

Las muestras fueron refrentadas con yeso y ensayadas secas, bajo las

mismas condiciones y normas que el ensayo anterior.

Tabla 13

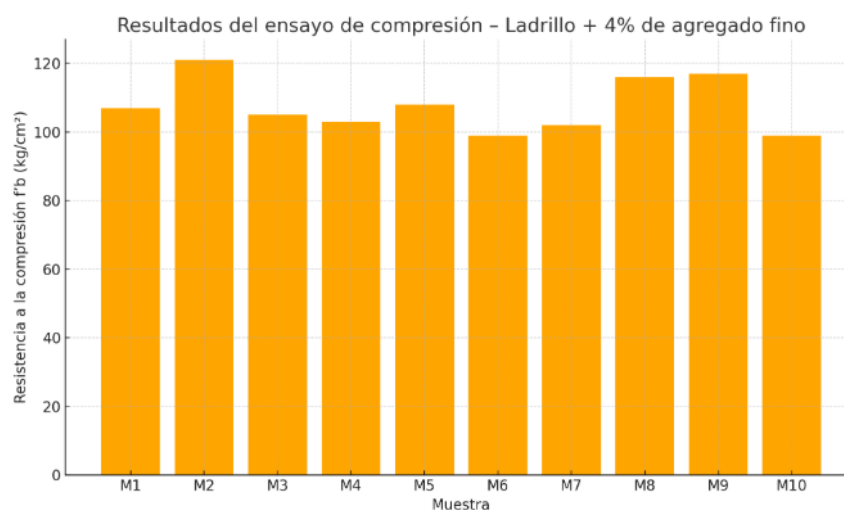
Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 4% de agregado fino

Muestra	Área (cm ²)	Carga Máxima (kN)	f'b (kg/cm ²)
M1	243	234	107
M2	234	255	121
M3	241	228	105
M4	237	221	103
M5	236	231	108
M6	242	216	99
M7	236	217	102
M8	242	252	116
M9	240	254	117
M10	239	213	99

Nota: Datos

Figura 10

Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 4% de agregado fino



Nota: Datos

Resistencia promedio (f'b): 108 kg/cm²

Interpretación:

El incremento de agregado fino al 4% elevó la resistencia promedio de 89 a 108 kg/cm², evidenciando una mejor compactación del material. La adición de finos parece reducir la porosidad interna y mejorar la cohesión de la mezcla.

Informe de Albañilería N° 11 – Ladrillos de arcilla con 8% de agregado fino

En el tercer ensayo se evaluaron ladrillos con 8% de agregado fino, con el objetivo de analizar si un mayor porcentaje del material incrementa aún más la resistencia.

El procedimiento fue idéntico al de los ensayos anteriores, garantizando la comparabilidad de los resultados.

Tabla 14

Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 8% de agregado fino

Muestra	Área (cm ²)	Carga Máxima (kN)	f'b (kg/cm ²)
M1	232	262	125
M2	243	259	118
M3	237	285	133
M4	244	289	131
M5	242	279	128
M6	241	294	135
M7	238	287	133
M8	248	256	115
M9	240	278	129
M10	236	257	121

Nota: Datos

Figura 11

Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 8% de agregado fino



Resistencia promedio ($f'b$): 127 kg/cm²

Interpretación:

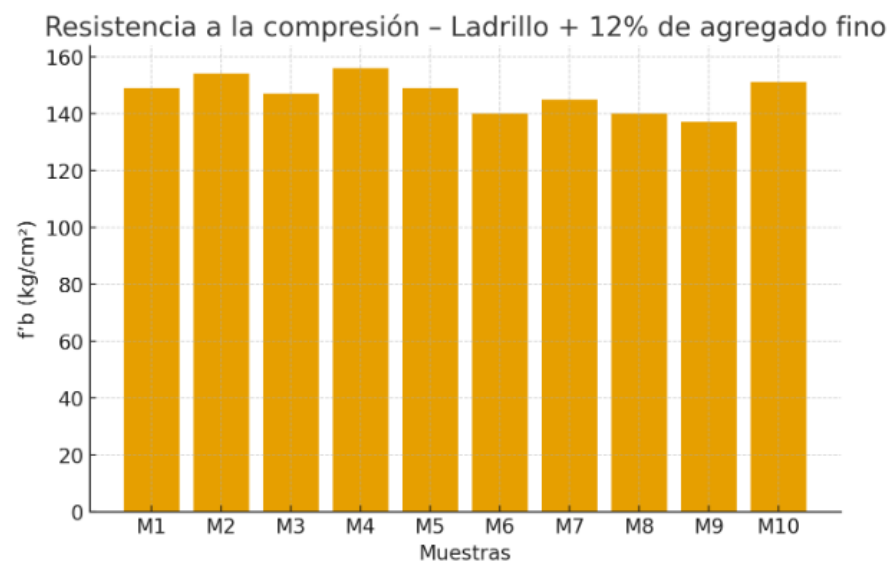
Con un 8% de agregado fino, la resistencia aumenta de manera considerable, alcanzando 127 kg/cm², lo que representa un incremento del 43% respecto a la muestra patrón. Este resultado evidencia una óptima relación entre finos y arcilla, mejorando la densidad y capacidad de carga del ladrillo.

Informe de Albañilería N° 12 – Ladrillos de arcilla con 12% de agregado fino

Finalmente, el cuarto ensayo corresponde a los ladrillos con 12% de agregado fino, el mayor porcentaje analizado. El objetivo fue determinar si un exceso de material fino mantiene o reduce la resistencia obtenida con 8%.

Tabla 15*Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 12% de agregado fino*

Muestra	Área (cm ²)	Carga Máxima (kN)	f'b (kg/cm ²)
M1	241	324	149
M2	241	336	154
M3	234	310	147
M4	240	338	156
M5	243	327	149
M6	247	312	140
M7	244	319	145
M8	238	300	140
M9	242	300	137
M10	238	324	151

*Nota: Datos***Figura 12***Resultados del ensayo de compresión – Ladrillo + 12% de agregado fino**Nota: Datos*Resistencia promedio (f'b): 147 kg/cm²

Interpretación:

La resistencia promedio alcanzó 147 kg/cm², lo que representa un incremento del 65% respecto al ladrillo patrón. Este resultado confirma que la incorporación progresiva de agregado fino fortalece significativamente las propiedades mecánicas del ladrillo, debido a la mejora en la estructura interna y a la reducción de vacíos.

Tabla 16

Cuadro comparativo general de resistencia a la compresión

Tipo de muestra		f'b promedio (kg/cm ²)	Incremento respecto al patrón (%)	Evaluación
Ladrillo patrón (0%)		89	—	Cumple norma
Ladrillo + 4% agregado fino		108	+21%	Mejora moderada
Ladrillo + 8% agregado fino		127	+43%	Mejora significativa
Ladrillo + 12% agregado fino		147	+65%	Óptimo desempeño

Nota: Datos

Análisis general:

Los resultados confirman una relación directamente proporcional entre el porcentaje de agregado fino y la resistencia a la compresión. El aumento de 4% a 12% produjo un incremento constante en la capacidad portante de los ladrillos.

La muestra con 12% de agregado fino alcanzó la mayor resistencia (147 kg/cm²), lo que demuestra que el agregado fino actúa como relleno que reduce la porosidad y mejora la cohesión interna. Este comportamiento favorece el uso de dicha proporción en proyectos donde se requiera mayor durabilidad y resistencia estructural.

Informe de Albañilería N° 13 – Ensayo de compresión de prismas de arcilla (muestra patrón)

El primer ensayo de compresión corresponde a la muestra patrón,

conformada por prismas de ladrillo de arcilla tradicional sin agregado fino. Este análisis se realizó el 07 de julio de 2025 en el Laboratorio de Materiales UNICONCRET (Amarilis – Huánuco), de acuerdo con las normas NTP 399.605 y E.070, que establecen el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de pilas de albañilería.

El propósito fue obtener el valor base de resistencia a compresión de los prismas sin aditivos, con el fin de compararlo con los resultados de las mezclas modificadas. Se ensayaron tres pilas de ladrillo de arcilla, elaboradas con mortero 1:4 (cemento: arena), juntas de 1 cm y en condición seca al momento del ensayo.

Tabla 17

Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería patrón (0% agregado fino)

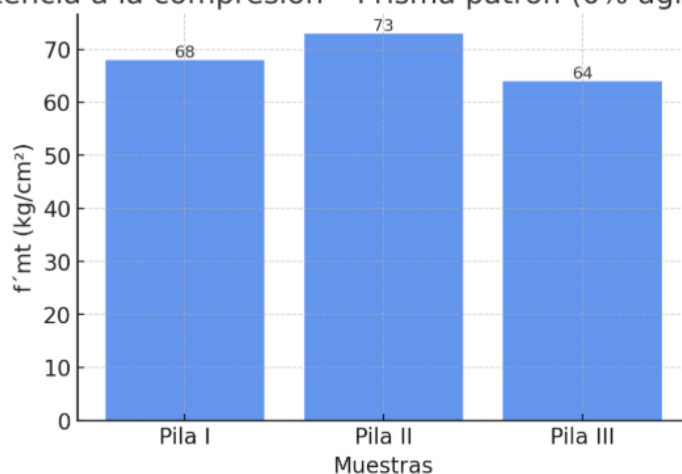
Muestra	Área (cm ²)	Carga Máxima (kN)	f' mt (kg/cm ²)
Pila I	220	146	68
Pila II	236	168	73
Pila III	226	142	64
Promedio f' mt	—	—	68 kg/cm ²

Nota: Datos adaptados de UNICONCRET (2025).

Figura 13

Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería patrón (0% agregado fino)

Resistencia a la compresión – Prisma patrón (0% agregado fino)



Nota: Datos

Interpretación:

La resistencia promedio fue de 68 kg/cm², cumpliendo con los parámetros mínimos establecidos por la norma E.070 para albañilería no estructural. Este valor constituye la línea base de comparación para los prismas modificados con agregado fino.

Informe de Albañilería N° 14 – Prismas de arcilla con 4% de agregado fino

El segundo ensayo corresponde a los prismas de ladrillo de arcilla con 4% de agregado fino incorporado. El objetivo fue determinar si la adición de este material contribuye a mejorar la resistencia a la compresión.

El procedimiento de fabricación y ensayo fue idéntico al anterior, manteniendo la relación 1:4 de mortero y el mismo control de temperatura y curado.

Tabla 18

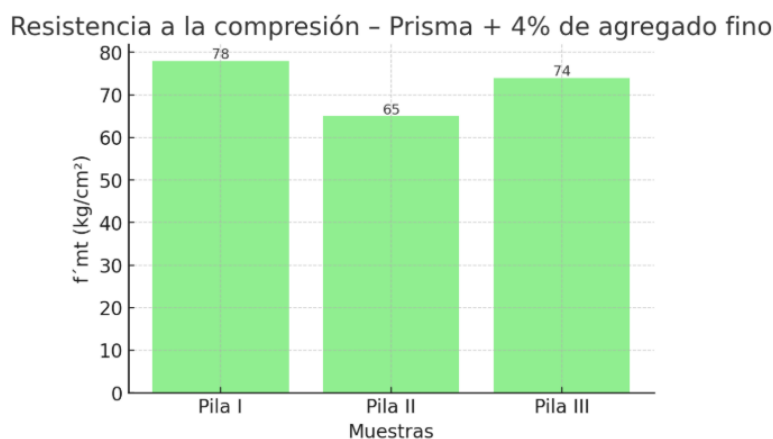
Resultados del ensayo de compresión – Prisma + 4% de agregado fino

Muestra	Área (cm ²)	Carga Máxima (kN)	f' mt (kg/cm ²)
Pila I	231	176	78
Pila II	236	151	65
Pila III	230	167	74
Promedio f' mt	—	—	72 kg/cm ²

Nota: Datos adaptados de UNICONCRET (2025).

Figura 14

Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería 4% agregado fino.



Nota: Datos .

Interpretación:

El incremento de agregado fino al 4% elevó la resistencia promedio de 68 a 72 kg/cm², mostrando una mejora de aproximadamente 6% respecto a la muestra patrón. Esto evidencia que la incorporación de finos mejora la compactación y cohesión interna de los ladrillos en el prisma.

Informe de Albañilería N° 15 – Prismas de arcilla con 8% de agregado fino

En este tercer ensayo se analizaron los prismas con 8% de agregado fino, buscando verificar si un mayor contenido de este material optimiza la capacidad resistente.

Tabla 19

Resultados del ensayo de compresión – Prisma + 8% de agregado fino

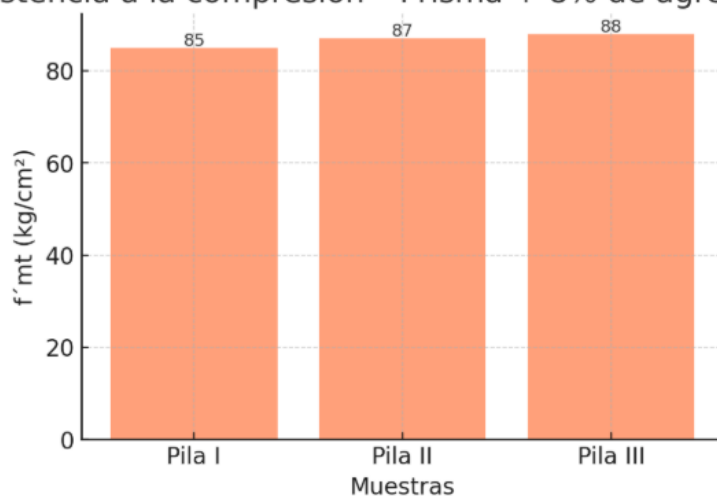
Muestra	Área (cm²)	Carga Máxima (kN)	f' mt (kg/cm²)
Pila I	230	192	85
Pila II	230	196	87
Pila III	218	187	88
Promedio f' mt	—	—	82 kg/cm²

Nota: Datos adaptados de UNICONCRET (2025).

Figura 15

Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería 8% agregado fino.

Resistencia a la compresión – Prisma + 8% de agregado fino



Nota: Datos .

Interpretación:

La resistencia promedio alcanzó 82 kg/cm², lo que representa un incremento de 20.6% respecto a la muestra patrón. Este resultado sugiere que el 8% de agregado fino es un punto óptimo, al mejorar la densidad del ladrillo y reducir la porosidad sin comprometer su integridad estructural.

Informe de Albañilería N° 16 – Prismas de arcilla con 12% de agregado fino

Finalmente, el cuarto ensayo corresponde a los prismas elaborados con 12% de agregado fino, el porcentaje más alto evaluado.

Tabla 20

Resultados del ensayo de compresión – Prisma + 12% de agregado fino

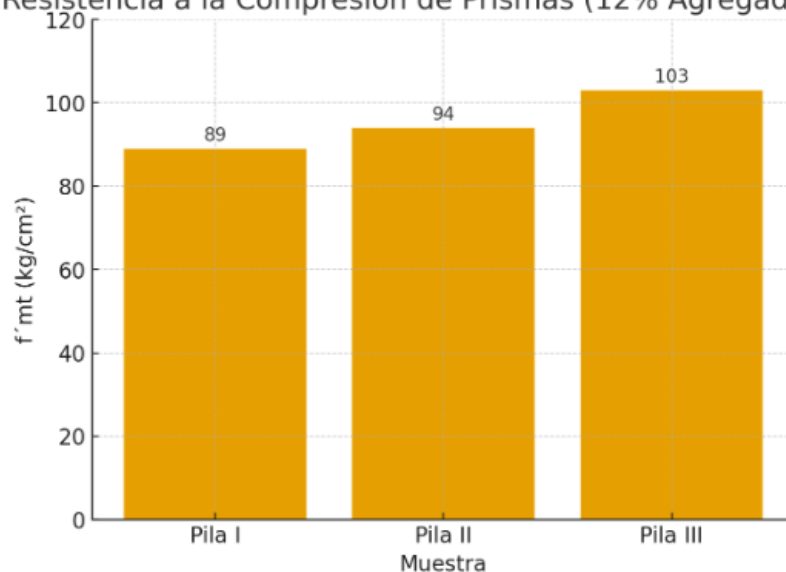
Muestra	Área (cm²)	Carga Máxima (kN)	f' mt (kg/cm²)
Pila I	220	192	89
Pila II	236	217	94
Pila III	226	228	103
Promedio f' mt	—	—	90 kg/cm²

Nota: Datos adaptados de UNICONCRET (2025).

Figura 16

Resultados del ensayo de compresión – Prisma de albañilería 12% agregado fino.

Resistencia a la Compresión de Prismas (12% Agregado Fino)



Nota: Datos.

Interpretación:

La resistencia promedio alcanzó 90 kg/cm², equivalente a un incremento del 32.4% respecto al prisma patrón. Esto confirma que la mayor incorporación de agregado fino fortalece significativamente la resistencia a la compresión, al mejorar la estructura interna del material.

Tabla 21

Resultados Comparativo general de resistencia a la compresión de prismas

Tipo de muestra	f' mt promedio (kg/cm²)	Incremento respecto al patrón (%)	Evaluación
Prisma patrón (0%)	68	—	Cumple norma
Prisma + 4% agregado fino	72	+6%	Mejora leve
Prisma + 8% agregado fino	82	+20%	Mejora notable
Prisma + 12% agregado fino	90	+32%	Desempeño óptimo

Nota: Datos adaptados de UNICONCRET (2025).

Análisis general

Los resultados evidencian una relación directamente proporcional entre el porcentaje de agregado fino y la resistencia a la compresión. A medida que aumenta la proporción de agregado fino, la estructura interna del ladrillo se vuelve más densa y menos porosa, lo que incrementa su capacidad de carga.

El valor máximo de 90 kg/cm² se alcanzó con el 12% de agregado fino, confirmando que este porcentaje ofrece un desempeño mecánico óptimo para aplicaciones de albañilería artesanal mejorada, cumpliendo con los lineamientos de la norma E.070.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

H₀: La incorporación de agregado fino no influye significativamente en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H₁: La incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{0.3}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{1.3}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

Para contrastar estas hipótesis se compararon los valores de resistencia a la compresión de los ladrillos patrón y de los ladrillos elaborados con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino. Previamente, se evaluó la normalidad de los datos mediante Shapiro-Wilk. Debido a que los cuatro grupos presentaron distribución normal, correspondió aplicar ANOVA de un factor, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Tabla 22*Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería*

Grupo de estudio	N	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.
Ladrillo patrón 0 %	10	Shapiro-Wilk	0,922	10	0,375
Ladrillo + 4 % agregado fino	10	Shapiro-Wilk	0,906	10	0,252
Ladrillo + 8 % agregado fino	10	Shapiro-Wilk	0,926	10	0,409
Ladrillo + 12 % agregado fino	10	Shapiro-Wilk	0,956	10	0,736

Nota. Datos procesados a partir de los resultados de laboratorio.

Como los valores de significancia fueron mayores que 0,05 en los cuatro grupos evaluados, no se rechazó la hipótesis nula de normalidad. Por tanto, los datos de resistencia a la compresión de unidades presentaron distribución normal y correspondió aplicar ANOVA de un factor.

Tabla 23*Comparación inferencial de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería*

Variable evaluada	Grupos comparados	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.	Decisión estadística
Resistencia a la compresión de unidades	0 %, 4 %, 8 % y 12 %	ANOVA de un factor	123,293	3; 36	< 0,001	Se rechaza H0

Nota. El nivel de significancia considerado fue $\alpha = 0,05$.

Dado que el valor de significancia fue menor que 0,05, se rechazó la hipótesis nula general y la hipótesis nula específica 3. Por tanto, se concluyó que la incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla y en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería evaluadas. Los resultados descriptivos mostraron un incremento progresivo de la resistencia a la compresión: 89 kg/cm² para el ladrillo patrón, 108 kg/cm² para el ladrillo con

4 %, 127 kg/cm² para el ladrillo con 8 % y 147 kg/cm² para el ladrillo con 12 % de agregado fino.

Contrastación de la hipótesis específica 1

H_{0.1.}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{1.1.}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

Para contrastar esta hipótesis se compararon las variaciones dimensionales de los ladrillos patrón y de los ladrillos elaborados con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino. Previamente, se evaluó la normalidad de los datos. En la dimensión largo correspondió aplicar ANOVA de un factor, mientras que en las dimensiones ancho y altura correspondió aplicar Kruskal-Wallis, debido a que algunos grupos no cumplieron el supuesto de normalidad.

Tabla 24

Prueba de normalidad de las variaciones dimensionales

Dimensión evaluada	Grupo de estudio	N	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.
Largo	0 %	10	Shapiro-Wilk	0,881	10	0,134
Largo	4 %	10	Shapiro-Wilk	0,954	10	0,718
Largo	8 %	10	Shapiro-Wilk	0,978	10	0,955
Largo	12 %	10	Shapiro-Wilk	0,917	10	0,332
Ancho	0 %	10	Shapiro-Wilk	0,816	10	0,023
Ancho	4 %	10	Shapiro-Wilk	0,952	10	0,691
Ancho	8 %	10	Shapiro-Wilk	0,886	10	0,151
Ancho	12 %	10	Shapiro-Wilk	0,842	10	0,047
Altura	0 %	10	Shapiro-Wilk	0,780	10	0,008
Altura	4 %	10	Shapiro-Wilk	0,915	10	0,319
Altura	8 %	10	Shapiro-Wilk	0,820	10	0,025

Dimensión evaluada	Grupo de estudio	N	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.
Altura	12 %	10	Shapiro-Wilk	0,869	10	0,097

Nota. Datos procesados a partir de los resultados dimensionales de laboratorio.

En la dimensión largo, todos los grupos presentaron valores de significancia mayores que 0,05, por lo que correspondió aplicar ANOVA de un factor. En las dimensiones ancho y altura, algunos grupos presentaron valores de significancia menores que 0,05; por tanto, correspondió aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Tabla 25

Comparación inferencial de las variaciones dimensionales

Dimensión evaluada	Grupos comparados	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.	Decisión estadística
Largo	0 %, 4 %, 8 % y 12 %	ANOVA de un factor	0,390	3; 36	0,761	No se rechaza H ₀
Ancho	0 %, 4 %, 8 % y 12 %	Kruskal-Wallis	5,018	3	0,171	No se rechaza H ₀
Altura	0 %, 4 %, 8 % y 12 %	Kruskal-Wallis	2,917	3	0,405	No se rechaza H ₀

Nota. El nivel de significancia considerado fue $\alpha = 0,05$.

Dado que los valores de significancia fueron mayores que 0,05 en las tres dimensiones evaluadas, no se rechazó la hipótesis nula. Por tanto, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en largo, ancho ni altura entre los grupos de ladrillos patrón y ladrillos con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino. Esto indica que la incorporación de agregado fino no alteró significativamente las dimensiones físicas de las unidades de albañilería.

Contrastación de la hipótesis específica 2

H_{0.2}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{1.2}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

Para contrastar esta hipótesis se compararon los valores de alabeo obtenidos en los ladrillos patrón y en los ladrillos elaborados con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino. Debido a que algunos grupos no cumplieron el supuesto de normalidad, correspondió aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Tabla 26

Prueba de normalidad del alabeo de unidades de albañilería

Grupo de estudio	N	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.
Ladrillo patrón 0 %	10	Shapiro-Wilk	0,942	10	0,575
Ladrillo + 4 % agregado fino	10	Shapiro-Wilk	0,803	10	0,016
Ladrillo + 8 % agregado fino	10	Shapiro-Wilk	0,874	10	0,111
Ladrillo + 12 % agregado fino	10	Shapiro-Wilk	0,829	10	0,033

Nota. Datos procesados a partir de los resultados de alabeo de laboratorio.

Como algunos grupos presentaron valores de significancia menores que 0,05, se rechazó la hipótesis nula de normalidad en dichos grupos. Por tanto, para la comparación del alabeo correspondió aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Tabla 27*Comparación inferencial del alabeo de unidades de albañilería*

Variable evaluada	Grupos comparados	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.	Decisión estadística
Alabeo	0 %, 4 %, 8 % y 12 %	Kruskal-Wallis	10,014	3	0,018	Se rechaza $H_{0.2}$.

Nota. El nivel de significancia considerado fue $\alpha = 0,05$.

Dado que el valor de significancia fue menor que 0,05, se rechazó la hipótesis nula. Por tanto, se concluyó que existen diferencias estadísticamente significativas en el alabeo de los ladrillos evaluados. Los resultados descriptivos mostraron promedios de 3,2 mm en el ladrillo patrón, 3,7 mm en el ladrillo con 4 %, 2,7 mm en el ladrillo con 8 % y 1,9 mm en el ladrillo con 12 % de agregado fino.

Tabla 28*Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería*

Grupo de estudio	N	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.
Prisma patrón 0 %	3	Shapiro-Wilk	0,996	3	0,878
Prisma 4 % + agregado fino	3	Shapiro-Wilk	0,953	3	0,583
Prisma 8 % + agregado fino	3	Shapiro-Wilk	0,964	3	0,637
Prisma 12 % + agregado fino	3	Shapiro-Wilk	0,974	3	0,688

Nota. Datos procesados a partir de los resultados de compresión de prismas.

Debido a que cada grupo estuvo conformado por tres prismas, la interpretación debe realizarse con cautela.

Como los valores de significancia fueron mayores que 0,05 en los cuatro grupos evaluados, no se rechazó la hipótesis nula de normalidad. Por tanto, se aplicó ANOVA de un factor para comparar la resistencia a la compresión de prismas.

Tabla 29

Comparación inferencial de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería

Variable evaluada	Grupos comparados	Prueba aplicada	Estadístico	gl	Sig.	Decisión estadística
Resistencia a la compresión de prismas	0 %, 4 %, 8 % y 12 %	ANOVA de un factor	16,114	3; 8	0,001	Se rechaza H0

Nota. El nivel de significancia considerado fue $\alpha = 0,05$.

Dado que el valor de significancia fue menor que 0,05, se rechazó la hipótesis nula. Por tanto, se concluyó que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería. Los resultados descriptivos mostraron promedios de 68 kg/cm² en el prisma patrón, 72 kg/cm² con 4 %, 82 kg/cm² con 8 % y 90 kg/cm² con 12 % de agregado fino.

Tabla 30

Resumen de contrastación de hipótesis

Hipótesis	Variable evaluada	Prueba aplicada	Sig.	Decisión estadística	Interpretación
HG	Resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla	ANOVA de un factor	< 0,001	Se rechaza H0	La incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla.
HE1	Variaciones dimensionales	ANOVA / Kruskal-Wallis	0,761; 0,171; 0,405	No se rechaza H0	La incorporación de agregado fino no generó diferencias estadísticamente significativas en largo, ancho ni altura.

Hipótesis	Variable evaluada	Prueba aplicada	Sig.	Decisión estadística	Interpretación
HE2	Alabeo	Kruskal-Wallis	0,018	Se rechaza H0	La incorporación de agregado fino influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla.
HE3	Resistencia a la compresión de unidades	ANOVA de un factor	< 0,001	Se rechaza H0	La incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería.
HE4	Resistencia a la compresión de prismas	ANOVA de un factor	0,001	Se rechaza H0	La incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería.

Nota. La contrastación se realizó con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la incorporación de agregado fino en la masa de arcilla utilizada para la elaboración de ladrillos tradicionales mejoró significativamente la resistencia a la compresión de las unidades y de los prismas evaluados. En cuanto a las variaciones dimensionales, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en largo, ancho ni altura entre los grupos de estudio.

El análisis comparativo entre las muestras patrón y las modificadas con agregado fino evidenció un incremento progresivo de la resistencia a la compresión conforme aumentaba la proporción de agregado. Así, los ladrillos con un 12% de agregado fino alcanzaron una resistencia de 147 kg/cm², frente a los 89 kg/cm² de los ladrillos convencionales, lo que representa un incremento aproximado del 65%. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Mora et al. (2022) y Nizama (2021), quienes afirman que la adición de partículas finas mejora la densidad del material, reduce la porosidad y optimiza la transmisión de esfuerzos de compresión.

De manera complementaria, los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el alabeo de las unidades evaluadas. En las unidades con 12 % de agregado fino, el alabeo promedio fue de 1,9 mm, en comparación con los 3,2 mm registrados en las unidades tradicionales. Sin embargo, en las variaciones dimensionales de largo, ancho y altura no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas, por lo que la incorporación de agregado fino no alteró de manera relevante la geometría general de los ladrillos.

En los ensayos de resistencia a la compresión de prismas de albañilería, también se registró una mejora sustancial: las muestras con agregado fino alcanzaron 90 kg/cm², frente a los 68 kg/cm² de los prismas convencionales. Estos resultados evidencian que la incorporación de agregado fino no solo mejora la resistencia individual de las unidades, sino

también la resistencia a la compresión de los prismas de albañilería evaluados bajo las condiciones experimentales del estudio.

Este aumento de resistencia se atribuye a que las partículas finas se distribuyen homogéneamente dentro de la matriz de arcilla, rellorando los poros y mejorando la compactación durante el moldeo y el proceso de cocción. En consecuencia, se obtienen ladrillos más densos, menos permeables y con una mejor distribución interna de esfuerzos.

Por otra parte, la viabilidad técnica y económica de la incorporación del agregado fino quedó demostrada. Los materiales empleados son de fácil acceso y bajo costo en la región de Áncash, lo que favorece su aplicación en la industria ladrillera local sin requerir modificaciones sustanciales en los procesos productivos. Este resultado es coherente con los hallazgos de Chavarry (2021) y Bereche & García (2024), quienes destacan el potencial de los materiales alternativos o reciclados para mejorar la calidad del producto final sin elevar los costos de producción.

Desde el punto de vista constructivo y ambiental, el uso de agregado fino no solo mejora las propiedades mecánicas de los ladrillos, sino que también reduce el impacto ambiental, al disminuir la extracción de arcilla virgen y aprovechar materiales locales o reciclados. Esto responde a los principios de sostenibilidad y eficiencia en el uso de recursos que promueve la ingeniería civil moderna.

En síntesis, los resultados obtenidos evidencian que la incorporación de agregado fino en una proporción de 12 % constituye una alternativa eficaz para mejorar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería y de los prismas evaluados bajo las condiciones experimentales del estudio. En cuanto a los resultados dimensionales indicaron que la incorporación de agregado fino no alteró significativamente el largo, ancho ni altura de los ladrillos, mientras que el alabeo presentó diferencias significativas entre los grupos evaluados. No obstante, su aplicación en edificaciones debe estar sujeta al cumplimiento de las normas técnicas correspondientes y a verificaciones adicionales según las exigencias del proyecto constructivo.

CONCLUSIONES

Se determinó que la incorporación de agregado fino optimiza la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025. Los resultados evidenciaron un incremento progresivo de la resistencia a la compresión conforme aumentó el porcentaje de agregado fino, alcanzándose el mayor desempeño con la incorporación del 12 %.

Se determinó que la incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no generó diferencias estadísticamente significativas en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla. Por tanto, la incorporación del agregado fino no alteró significativamente el largo, ancho ni altura de las unidades evaluadas.

Se determinó que la incorporación de agregado fino influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla. El grupo con 12 % de agregado fino presentó el menor alabeo promedio, con 1,9 mm, frente a 3,2 mm del ladrillo patrón, lo que evidencia una mejora en la regularidad superficial de las unidades evaluadas.

Se determinó que la incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería. El ladrillo patrón alcanzó una resistencia promedio de 89 kg/cm², mientras que los ladrillos con 4 %, 8 % y 12 % de agregado fino alcanzaron 108 kg/cm², 127 kg/cm² y 147 kg/cm², respectivamente, evidenciando un incremento progresivo de la capacidad resistente.

Se determinó que la incorporación de agregado fino influye significativamente en la resistencia a la compresión de los prismas de albañilería. Los prismas elaborados con ladrillos modificados presentaron mayores valores promedio respecto al prisma patrón, alcanzándose el mejor resultado con el 12 % de agregado fino bajo las condiciones experimentales evaluadas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda incorporar agregado fino en una proporción de 12 % en la fabricación de ladrillos tradicionales de arcilla, siempre que se mantenga control sobre la dosificación, granulometría, humedad de la mezcla, compactación, secado y cocción, debido a que estas condiciones influyen directamente en la resistencia final de las unidades.

Se recomienda a los productores artesanales de San Marcos, Huari, Áncash, implementar controles básicos de calidad durante la fabricación de ladrillos, especialmente en la selección de la arcilla, incorporación del agregado fino y verificación de dimensiones, a fin de reducir variaciones geométricas y mejorar la uniformidad del producto.

Se recomienda realizar ensayos periódicos de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería y prismas antes de su uso en obras, con el propósito de verificar que los ladrillos cumplan las exigencias técnicas correspondientes.

Se recomienda desarrollar investigaciones posteriores con porcentajes superiores al 12 % de agregado fino, así como con otros tipos de agregados o materiales alternativos, para determinar si existe un punto máximo de mejora o si porcentajes mayores reducen la resistencia de los ladrillos.

Se recomienda complementar el estudio con análisis de absorción, succión, durabilidad y comportamiento térmico, a fin de contar con una evaluación más integral de los ladrillos tradicionales modificados con agregado fino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Guerrero, S. F. (2014). Optimización del proceso de mezcla de arcilla para la producción de ladrillos, en el sector artesanal. Universidad de Cuenca.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5529>
- Aravena, A. (2016). Reporting from the Front: 15th International Architecture Exhibition. La Biennale di Venezia.
<https://www.labiennale.org/en/architecture/2016/biennale-architettura-2016-reporting-front>
- Chavarry Boy, G. (2018). Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
<http://hdl.handle.net/20.500.12423/1340>
- Ching, F. D. K., & Winkel, S. R. (2016). Building Codes Illustrated: A Guide to Understanding the 2015 International Building Code. John Wiley & Sons.
https://books.google.com/books/about/Building_Codes_Illustrated.html?id=danQCwAAQBAJ
- Córdova Quispe, E. D., & Valverde Farfán, R. T. (2019). Modelamiento y evaluación comparativa de la resistencia característica de la albañilería y módulo de elasticidad de unidades tipo blocker de la ciudad de Cusco, modificado con acero y polipropileno frente a albañilería tradicional, 2019. Universidad Andina del Cusco.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UACI_2f6b727bab73e1012632f0b2248e8f70
- Frascara, J. (2004). Diseño gráfico para la gente: Comunicaciones de masa y cambio social. Ediciones Infinito.
<https://archive.org/details/disenograficopar0000fras>

- García Ubaque, C. A., García Vaca, M. C., & Vaca Bohórquez, M. L. (2013). Resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezclas de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales. *Tecnura*, 17(38), 68-81.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/6929>
- Guo, Y. (2020). Sustainable Construction Challenges in Developing Countries: A Focus on Traditional Brick Masonry Buildings. *Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*.
<https://www.tandfonline.com/journals/tsue20>
- Gutiérrez, W. (2020). Vulnerabilidad y daño sísmico: concepto y evaluación. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
<https://repositorio.unheval.edu.pe/>
- Kularatna, N. (2019). Seismic Performance of Traditional Brick Masonry Buildings: Issues and Solutions. Springer.
<https://link.springer.com/>
- Maldonado, T. (2010). La arquitectura de la naturaleza y la naturaleza de la arquitectura. Ediciones Infinito.
<https://www.edicionesinfinito.com/>
- Mego Chávez, O. (2023). La vulnerabilidad estructural en el Perú: un reto en materia de seguridad y desarrollo. Universidad de San Martín de Porres.
<https://es.linkedin.com/pulse/la-vulnerabilidad-estructural-en-el-per%C3%BA-un-reto-de-y-mego-chavez>
- Mella Stappung, A. E., & Puentes Bravo, E. (2004). Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica de ladrillo. Universidad del Bío-Bío.
<https://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/55/browse?order=ASC&rpp=20&type=author&value=Mella+Stappung%2C+Alejandro+Eli+eser>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s. f.). Reglamento Nacional de Edificaciones. SENCICO.

<https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Nizama Ipanaque, A. O. (2018). Aplicación del agregado fino para mejorar la resistencia de los ladrillos tradicionales en la ladrillera de San Diego, Puente Piedra – Lima. Universidad César Vallejo.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/34700>

Onouye, B., & Kane, K. (2016). Construction Engineering: A Comprehensive Guide to Materials and Methods. John Wiley & Sons.

<https://www.wiley.com/>

Rapoport, A. (2005). Culture, Architecture, and Design. Locke Science Publishing.

https://link.springer.com/chapter/10.5822/978-1-61091-751-3_1

Santos Quispe, D. J. (2019). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Universidad Continental.

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/6924>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Estacio Rubina, J. (2026). Resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla cocida tipo i con incorporación de agregado fino en San marcos, Huari, Áncash - 2025. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://..>

ANEXOS

Anexo 1

Resolución de designación de asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0555-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 14 de marzo de 2024

Visto, el Oficio N° 369-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 471471-0000000953, del Bach. **Jenner Fredy ESTACIO RUBINA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 471471-0000000953, presentado por el (la) Bach. **Jenner Fredy ESTACIO RUBINA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del Bach. **Jenner Fredy ESTACIO RUBINA** al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johana Munzón Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
RI C/R/F/IMI /ato

Anexo 2
Resolución de aprobación del proyecto de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2668-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 03 de diciembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1794-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA COCIDA TIPO I CON INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH- 2025"**, presentado por el (la) Bach. Jenner Fredy ESTACIO RUBINA.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se ~~crea~~ la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 0555-2024-D-FI-UDH, de fecha 14 de marzo de 2024, ~~perteneciente~~ al Bach. Jenner Fredy ESTACIO RUBINA, se le designó como ASESOR(A) al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1794-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA COCIDA TIPO I CON INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH- 2025"**, presentado por el (la) Bach. Jenner Fredy ESTACIO RUBINA, integrado por los siguientes docentes: Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes (Presidente), Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Secretario) y Mg. Biseth Miraval Rojas (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con ~~cargo~~ a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA COCIDA TIPO I CON INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH- 2025"**, presentado por el (la) Bach. Jenner Fredy ESTACIO RUBINA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un ~~plazo~~ máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación ~~del mismo~~ (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Inés Muñoz Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

~~Esc. de Ingeniería~~ - PAIC - Asesor - ~~Exp.~~ Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJMI/~~UQH~~

Anexo 3

Matriz de consistencia

“RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA COCIDA TIPO I CON INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ÁNCASH - 2025”

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Población /muestra	Diseño metodológico	Instrumentos
Problema General ¿De qué manera influye la optimización de la resistencia de los ladrillos tradicionales mediante la incorporación de agregado fino en San Marcos, Huari, Áncash - 2025?	Objetivo General Optimizar la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla mediante la incorporación de agregado fino en San Marcos, Huari, Áncash - 2025.	Hipótesis General H₁: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025. H₀: La incorporación de agregado fino no influye significativamente en la resistencia de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.	Variable Dependiente Resistencia de los ladrillos tradicionales Variable Independiente Incorporación de agregado fino	Población o Universo La población estuvo conformada por los ladrillos tradicionales de arcilla producidos en San Marcos, Huari, Áncash, elaborados de manera artesanal para uso en viviendas y edificaciones locales. Tipo de muestreo: La muestra: Se definieron cuatro grupos experimentales, cada uno con 15 unidades de ladrillos	Enfoque Cuantitativo ya que se explicaron los hechos tal como se presentaron Nivel de investigación La investigación fue: Descriptivo Prospectivo Relacional Transversal. Diseño El presente trabajo de investigación tuvo un diseño no experimental de tipo descriptivo, relacional.	TÉCNICA: Ensayo de dimensionamiento en unidades de albañilería (NTP 331.018:2014). Ensayo de alabeo en unidades de albañilería (NTP 331.018:2014). Ensayo de compresión de unidades de albañilería (NTP 331.017:2014).
Problemas Específicos ¿En qué medida las variaciones dimensionales de las unidades de albañilería afectan la	Objetivos Específicos OE1: Analizar las dimensiones físicas (largo, ancho y altura) de las unidades de albañilería, al aumentar en 4%, 8% y 12% de agregado fino, mediante el ensayo de dimensionamiento, verificando su cumplimiento con las normas técnicas vigentes. OE2: Determinar el grado de alabeo en las unidades	Hipótesis Específicas H_{1.1}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en las variaciones dimensionales de				

uniformidad y la precisión, al aumentar en 4%, 8% y 12% de agregado fino, en la ejecución de los muros en el distrito de San Marcos? PE2: ¿Cómo influye el alabeo de las unidades de albañilería, al aumentar en 4%, 8% y 12% de agregado fino, en la adherencia del mortero y en la estabilidad de las construcciones? PE3: ¿Qué relación existe entre la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, al	de albañilería, al aumentar en 4%, 8% y 12% de agregado fino, identificando su influencia en la planeidad y adherencia durante el proceso constructivo. OE3: Evaluar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, al aumentar en 4%, 8% y 12% de agregado fino, con el propósito de establecer su capacidad portante individual. OE4: Examinar la resistencia a la compresión de prismas de albañilería, analizando el desempeño conjunto de las unidades y el mortero ante cargas verticales, al aumentar en 4%, 8% y 12% con agregado fino a las unidades de albañilería.	los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025. H_{0.1}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en las variaciones dimensionales de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025. H_{1.2}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025. H_{0.2}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en el alabeo de los ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025. H_{1.3}: La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería	Ensayo de compresión de prismas de albañilería (NTP 399.613:2004). INSTRUMENTO: Laboratorio
--	--	---	--

aumentar en 4%, 8% y 12% de agregado fino, en la calidad estructural de las edificaciones?

PE4: ¿De qué manera la resistencia a la compresión de los prismas de albañilería refleja el comportamiento real de los muros ante cargas verticales, al aumentar en 4%, 8% y 12% con agregado fino a las unidades de albañilería?

de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{0.3.} La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{1.4.} La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % influye significativamente en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería elaborados con ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

H_{0.4.} La incorporación de agregado fino en porcentajes de 4 %, 8 % y 12 % no influye significativamente en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería elaborados con ladrillos tradicionales de arcilla en San Marcos, Huari, Áncash, 2025.

Anexo 4

Ensayos realizados en laboratorio



UNICONCRET
UNIDOS EN CONCRETO

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ALBAÑILERÍA - 01

Solicitante	: Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención	: Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto	: "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación	: Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N°	: 2339
Fecha De Emisión	: 07/07/2025

ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
(NORMA DE REFERENCIA ASTM C 67/2003 – ASTM C216: 2003*3 - /NTP 331.017/NTP 399.613 /E 070)

I. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla -muestra patrón

II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)		
	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	ALTURA PROMEDIO
1	20.2	11.6	6.7
2	20.5	11.6	7.0
3	19.8	11.2	6.8
4	20.0	11.8	6.9
5	20.7	11.7	6.3
6	20.4	11.8	6.8
7	20.0	11.5	6.8
8	20.7	11.8	7.0
9	20.6	11.7	6.8
10	20.7	11.7	6.8

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla muestra patrón.
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: PIE DE REY	Marca: BACKER	Modelo: VC20	Serie: 15050909
--------------------	---------------	--------------	-----------------

III. OBSERVACIONES:

- Las muestras y su identificación fueron proporcionada por el solicitante.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.

Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.



Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
RESPONSABLE TÉCNICO
UNICONCRET



Ing. Christian Primo Chávez
CIP: 221504
JEFE DE LABORATORIO
UNICONCRET

Av. Tupac Amaru N° 930 Urb. Paucarbamba - Amarilis - Huánuco
910 007 624
uniconcret@unidosenconcreto.com
Página 1 de 1

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ALBAÑILERÍA - 02

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA ASTM C 67-2003 - ASTM C216: 2003*3 - /NTP 331.017/NTP 399.613 /E 070)

- I. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de arcilla + 4% de agregado fino
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)		
	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	ALTURA PROMEDIO
1	20.5	11.9	6.7
2	20.4	11.5	6.9
3	20.6	11.7	6.8
4	20.1	11.8	6.6
5	20.1	11.8	6.9
6	20.8	11.7	6.2
7	20.3	11.6	6.6
8	20.4	11.8	6.4
9	20.7	11.6	6.9
10	20.5	11.7	7.0

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 4% de agregado finos
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: PIE DE REY Marca: BACKER Modelo: VC20 Serie: 15050909

III. OBSERVACIONES:

- Las muestras y su identificación fueron proporcionada por el solicitante.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Pineda Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

Av. Tupac Amaru N° 930 Urb. Paucarabamba - Amarilis - Huánuco

915 007 624

uniconcret@unidosenconcreto.com

Página 1 de 1

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ALBAÑILERÍA - 03

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Otra/Proyecto : OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA ASTM C 67-2003 - ASTM C216: 2003*3 - /NTP 331.017/NTP 399.613 /E 070)

- I. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de arcilla + 8% de agregado fino
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)		
	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	ALTURA PROMEDIO
1	20.1	11.5	6.4
2	20.5	11.9	6.2
3	20.2	11.8	6.6
4	20.3	11.9	6.4
5	20.7	11.7	6.8
6	20.5	11.8	6.8
7	20.6	11.5	6.9
8	20.9	11.9	6.8
9	20.3	11.8	6.8
10	20.4	11.6	6.8

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 8% de agregado fino.
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

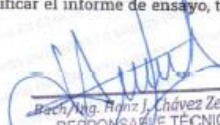
Nombre: PIE DE REY Marca: BACKER Modelo: VC20 Serie: 15050909

III. OBSERVACIONES:

- Las muestras y su identificación fueron proporcionada por el solicitante.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Sr. W. Canduelas G.
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ALBAÑILERÍA - 04

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
 Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
 Expediente N° : 2339
 Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA ASTM C 67-2003 - ASTM C216: 2003*3 - /NTP 331.017/NTP 399.613 /E 070)

- I. **DE LA MUESTRA** : Ladrillos de arcilla + 12% de agregado fino
 II. **RESULTADOS DE LOS ENSAYOS** : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)		
	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	ALTURA PROMEDIO
1	20.5	11.8	6.3
2	20.2	12.0	6.6
3	20.5	11.4	6.8
4	20.7	11.6	6.7
5	20.6	11.8	6.8
6	20.9	11.8	6.6
7	20.5	11.9	6.8
8	20.2	11.8	6.7
9	20.4	11.9	6.7
10	20.2	11.8	6.9

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 12% de agregado fino.
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: PIE DE REY Marca: BACKER Modelo: VC20 Serie: 15050909

III. OBSERVACIONES:

- Las muestras y su identificación fueron proporcionada por el solicitante.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach./Ing. M. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach./Ing. M. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chavez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 05

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 / E 070)

- I. DE LA MUESTRA:** : Ladrillos de arcilla -muestra patrón
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1	3
M2	1
M3	2
M4	4
M5	5
M6	2
M7	3
M8	5
M9	4
M10	3

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla muestra patrón.
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Z.
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 06

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
 Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
 Expediente N° : 2339
 Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 /E U70)

- I. **DE LA MUESTRA:** : Ladrillos de arcilla + 4 % de agregado fino
 II. **RESULTADOS DE LOS ENSAYOS** : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1	2
M2	5
M3	4
M4	3
M5	5
M6	4
M7	2
M8	5
M9	5
M10	2

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 4 % de agregado fino.
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Sáez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 07

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarillis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 /E 070)

- I. DE LA MUESTRA.** : Ladrillos de arcilla + 8% de agregado fino
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1	2
M2	4
M3	4
M4	4
M5	2
M6	2
M7	0
M8	2
M9	2
M10	1

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 8% de agregado fino
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

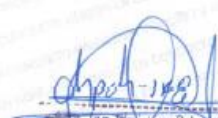
III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- El escrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Z.
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 08

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 /E 070)

- I. DE LA MUESTRA:** : Ladrillos de arcilla + 12% de agregado fino
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio del 2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1	2
M2	3
M3	1
M4	1
M5	2
M6	1
M7	4
M8	1
M9	2
M10	2

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 12% de agregado fino
- Se ensayaron 10 unidades enteras. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.

III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Z.
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 09

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Frey
 Atención : Estacio Rubina Jenner Frey
 Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
 Ubicación : Distrito de Amarilis, Muánuco, Muánuco
 Expediente N° : 2339
 Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 / E 070)

- I. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla - muestra patrón.
 II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio de 2025.

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	f _b (kg/cm²)	f _b Promedio (kg/cm²)
		LARGO	ANCHO	ALTO				
1	M1	20.2	11.6	6.7	233	186	88	99
2	M2	20.5	11.6	7.0	237	201	94	
3	M3	19.8	11.2	6.8	223	201	100	
4	M4	20.0	11.8	6.9	236	178	84	
5	M5	20.7	11.7	6.3	242	210	96	
6	M6	20.4	11.8	6.8	241	210	97	
7	M7	20.0	11.5	6.8	230	169	82	
8	M8	20.7	11.8	7.0	244	180	82	
9	M9	20.6	11.7	6.8	241	172	79	
10	M10	20.7	11.7	6.8	242	187	86	

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla = muestra patrón
- Se ensayaron 10 unidades enteras que fueron refrentadas con yeso. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión promedio (f_b promedio) fue corregida por el coeficiente de relación (0.92) según lo indicado en el Anexo A de la NTP 399.613.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

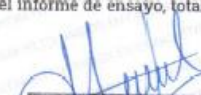
Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

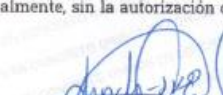
III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- Las unidades de albañilería fueron refrentadas y ensayadas a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Z.
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 10

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 / E 070)

- I. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de arcilla + 4% de agregado fino.
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio de 2025.

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRAS	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	fb (kg/cm²)	fb Promedio (kg/cm²)
		LARGO	ANCHO	ALTO				
1	M1	20.5	11.9	6.7	243	234	107	108
2	M2	20.4	11.5	6.9	234	255	121	
3	M3	20.0	11.7	6.8	241	228	105	
4	M4	20.1	11.8	6.6	237	221	103	
5	M5	20.1	11.8	6.9	236	231	108	
6	M6	20.2	11.7	6.8	242	216	99	
7	M7	20.3	11.6	6.6	236	217	102	
8	M8	20.4	11.8	6.4	242	252	116	
9	M9	20.7	11.6	6.9	240	254	117	
10	M10	20.5	11.7	7.0	239	213	99	

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 4% de agregado fino.
- Se ensayaron 10 unidades enteras que fueron refrentadas con yeso. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión promedio (fb promedio) fue corregida por el coeficiente de relación (0.92) según lo indicado en el Anexo A de la NTP 399.613.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- Las unidades de albañilería fueron refrentadas y ensayadas a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Candueñas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 11

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 /E 070)

- I. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de arcilla + 8% de agregado fino.
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio de 2025.

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRAS	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	f _b (kg/cm²)	f _b Promedio (kg/cm²)
		LARGO	ANCHO	ALTO				
1	M1	20.1	11.5	6.4	232	262	125	127
2	M2	20.5	11.9	6.2	243	259	118	
3	M3	20.2	11.8	6.6	237	285	133	
4	M4	20.5	11.9	6.4	244	289	131	
5	M5	20.7	11.7	6.8	242	279	128	
6	M6	20.5	11.8	6.8	241	294	135	
7	M7	20.6	11.6	6.9	238	287	133	
8	M8	20.9	11.9	6.8	248	256	115	
9	M9	20.3	11.8	6.8	240	278	129	
10	M10	20.4	11.6	6.8	236	257	121	

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 4% de agregado fino.
- Se ensayaron 10 unidades enteras que fueron refrentadas con yeso. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión promedio (f_b promedio) fue corregida por el coeficiente de relación (0.92) según lo indicado en el Anexo A de la NTP 399.613.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

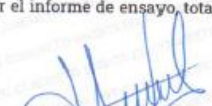
Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- Las unidades de albañilería fueron refrentadas y ensayadas a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 12

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
 Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
 Expediente N° : 2339
 Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.613 /E 070)

- I. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla + 12% de agregado fino.
 II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS : Fecha de ensayo el 07 de julio de 2025.

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRAS	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	fb (kg/cm²)	fb Promedio (kg/cm²)
		LARGO	ANCHO	ALTO				
1	M1	20.5	11.8	6.3	241	324	149	147
2	M2	20.2	12.0	6.6	241	336	154	
3	M3	20.5	11.4	6.8	234	310	147	
4	M4	20.7	11.6	6.7	240	338	156	
5	M5	20.6	11.8	6.8	243	327	149	
6	M6	20.9	11.8	6.6	247	312	140	
7	M7	20.5	11.9	6.8	244	319	145	
8	M8	20.2	11.8	6.7	238	300	140	
9	M9	20.4	11.9	6.7	242	300	137	
10	M10	20.2	11.8	6.9	238	324	151	

NOTAS DE ENSAYO:

- Ladrillos de arcilla + 12% de agregado fino.
- Se ensayaron 10 unidades enteras que fueron refrentadas con yeso. Las muestras se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión promedio (fb promedio) fue corregida por el coeficiente de relación (0.92) según lo indicado en el Anexo A de la NTP 399.613.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

III. OBSERVACIONES:

- La identificación referente al muestreo e identificación han sido proporcionados por el solicitante.
- Las unidades de albañilería fueron refrentadas y ensayadas a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chavez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 13

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
 Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
 Expediente N° : 2339
 Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.605 / E 070)

I. DE LA MUESTRA : Pilas de ladrillo de arcilla - muestra patrón

II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (CM)			ÁREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (N)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm²)	f _{mt} (kg/cm²)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	PILA I	07/07/25	20.0	11.0	22.0	22000	146000	1.00	68	64
2	PILA II	07/07/25	20.5	11.5	21.3	23575	168000	0.91	73	
3	PILA III	07/07/25	20.5	11.0	21.8	22580	142000	0.93	64	

NOTAS DE ENSAYO:

- Prismas de ladrillo de arcilla - muestra patrón
- Se uso la relación 1:4 para la elaboración del mortero.
- Espesor del mortero de 1 cm.
- La temperatura alcanzo un valor un valor máximo de 25°C y un mínimo de 18°C durante las primeras 48 horas después de la elaboración de los prismas.
- La cantidad de muestras ensayadas son 3 prismas, y se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión corregida por el factor de corrección por echasas indicado en la NTP 399.605.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

III. OBSERVACIONES:

- Los prismas de albañilería fueron elaborados y ensayados a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

 Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zavallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 14

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH- 2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.605 / E 070)

I. DE LA MUESTRA : Pilas de ladrillo de arcilla + 4% de agregado fino

II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (CM)			ÁREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (N)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm²)	f' m (kg/cm²)	
			LARGO	ANCHO	ALTO						
1	PILA I	07/07/25	21.0	11.0	22.3	23100	183000	0.93	81	75	72
2	PILA II	07/07/25	20.5	11.5	21.8	23575	160000	0.92	69	63	
3	PILA III	07/07/25	20.0	11.5	22.3	23000	190000	0.92	84	78	

NOTAS DE ENSAYO:

- Prismas de ladrillo de arcilla + 4% de agregado fino
- Se uso la relación 1:4 para la elaboración del mortero.
- Espesor del mortero de 1 cm.
- La temperatura alcanzo un valor máximo de 25°C y un mínimo de 18°C durante las primeras 48 horas después de la elaboración de los prismas.
- La cantidad de muestras ensayadas son 3 prismas, y se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión corregida por el factor de corrección por esbeltez indicado en la NTP 399.605.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

III. OBSERVACIONES:

- Los prismas de albañilería fueron elaborados y ensayados a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Cuáñez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 15

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
 Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
 Ubicación : Distrito de Amarillos, Huánuco, Huánuco
 Expediente N° : 2229
 Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.605 / E 070)

I. **DE LA MUESTRA** : Pilas de ladrillo de arcilla + 8% de agregado fino

II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (CM)			ÁREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (N)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm²)	f _{mt} (kg/cm²)	
			LARGO	ANCHO	ALTO						
1	PILA I	07/07/25	20.0	11.5	23.5	23000	192000	0.93	85	79	82
2	PILA II	07/07/25	20.0	11.5	21.3	23000	196000	0.91	87	79	
3	PILA III	07/07/25	19.8	11.0	22.0	21780	187000	1.00	88	88	

NOTAS DE ENSAYO:

- Prismas de ladrillo de arcilla + 8% de agregado fino
- Se uso la relación 1:4 para la elaboración del mortero.
- Espesor del mortero de 1 cm.
- La temperatura alcanzo un valor un valor máximo de 25°C y un mínimo de 18°C durante las primeras 48 horas después de la elaboración de los prismas.
- La cantidad de muestras ensayadas son 3 prismas, y se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión corregida por el factor de corrección por esbeltez indicado en la NTP 399.605.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

III. OBSERVACIONES:

- Los prismas de albañilería fueron elaboradas y ensayadas a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Z.
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Primo Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ROTURAS - 16

Solicitante : Estacio Rubina Jenner Fredy
Atención : Estacio Rubina Jenner Fredy
Obra/Proyecto : "OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS LADRILLOS TRADICIONALES DE ARCILLA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE AGREGADO FINO EN SAN MARCOS, HUARI, ANCASH-2024"
Ubicación : Distrito de Amarilis, Huánuco, Huánuco
Expediente N° : 2339
Fecha De Emisión : 07/07/2025

ENSAYO A COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

(NORMA DE REFERENCIA NTP 399.605 / E 070)

- I. DE LA MUESTRA** : Pilas de ladrillo de arcilla + 12% de agregado fino
II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (CM)			ÁREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (N)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm²)	f _{mt} (kg/cm²)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	PILA I	07/07/25	20.0	11.0	22.0	22000	192000	1.00	89	90
2	PILA II	07/07/25	20.5	11.5	21.3	23575	237000	0.91	94	
3	PILA III	07/07/25	20.5	11.0	21.8	22550	228000	0.93	103	

NOTAS DE ENSAYO:

- Prismas de ladrillo de arcilla + 12% de agregado fino
- Se uso la relación 1:4 para la elaboración del mortero.
- Espesor del mortero de 1 cm.
- La temperatura alcanzo un valor un valor máximo de 25°C y un mínimo de 18°C durante las primeras 48 horas después de la elaboración de los prismas.
- La cantidad de muestras ensayadas son 3 prismas, y se encontraban secas al momento del ensayo.
- Resistencia a la compresión corregida por el factor de corrección por esbeltez indicado en la NTP 399.605.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO:

Nombre: Prensa de concreto Marca: PYS Equipos Modelo: SYE-2000 Serie: 211101-18

III. OBSERVACIONES:

- Los prismas de albañilería fueron elaboradas y ensayadas a compresión por el laboratorio UNICONCRET.
- El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.
- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio UNICONCRET.

Hecho por : Bach/Ing. H. Chávez Z.
 Técnico : Sr. W. Canduelas G.

(*) Procedimiento interno de ensayos.


 Bach/Ing. H. Chávez Zevallos
 RESPONSABLE TÉCNICO
 UNICONCRET


 Ing. Christian Prieto Chávez
 CIP: 221504
 JEFE DE LABORATORIO
 UNICONCRET

Anexo 5

Panel fotográfico

Medición de dimensiones de las unidades de albañilería de arcilla.



Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla.



Registro de medidas de los ladrillos tradicionales de arcilla en laboratorio.



Verificación dimensional de ladrillos con incorporación de agregado fino.

