

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EFFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA
A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO
ARTESANAL, JAÉN – CAJAMARCA, 2024**

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

Autores : Bach. Nilcen Iban Yahuara Cubas
: Bach. Jerson Manuel Chinchay Díaz

Asesor : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto

Línea de investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

2025

Nilcen I. Yahuara Cubas; Jerson M. Chinchay Díaz

EFFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JA...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3447515490

134 páginas

Fecha de entrega

17 dic 2025, 6:22 p.m. GMT-5

16.413 palabras

93.751 caracteres

Fecha de descarga

17 dic 2025, 6:27 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Informe_Final_de_Tesis_Yahuara-Chinchay.pdf

Tamaño del archivo

4.3 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

7% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 de diciembre del año 2025, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Secretario: Dr. Erick Mac Key Delgado Bazan

Vocal: Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

EFFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN – CAJAMARCA, 2024, presentado por el tesista **Nilcen Iban Yahuara Cubas y Jerson Manuel Chinchay Díaz**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Manuel Emilio Milla Pino
Presidente

Dr. Erick Mac Key Delgado Bazan
Secretario

Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Vocal

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS (PREGRADO)

Yo, **Yahuara Cubas Nilcen Iban**, identificado con DNI N°**45097799**; **Chinchay Díaz Jerson Manuel**, identificado con DNI N°**71873942**, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén.

Declaro bajo juramento que:

1. Somos Autores del trabajo titulado:

“EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN – CAJAMARCA, 2024”

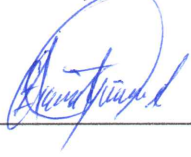
Asesorado por el **Mg. Juan Alberto Contreras Moreto**

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Civil.

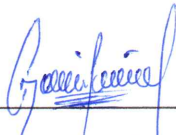
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

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

Fecha: Jaén, 27 de enero de 2026.



Yahuara Cubas Nilcen Iban
DNI: 45097799



Chinchay Díaz Jerson Manuel
DNI: 71873942

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	10
1.3. Justificación.....	11
1.4. Hipótesis.....	12
1.5. Objetivos	12
1.5.1. General	12
1.5.2. Específicos.....	12
1.6. Antecedentes de la investigación	13
1.6.1. Internacionales.....	13
1.6.2. Nacionales	16
1.6.3. Regionales	18
1.6.4. Locales.....	20
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1. Población.....	21
2.2. Muestra.....	21
2.3. Muestreo.....	22
2.4. Variables de estudio	23
2.5. Operacionalización de variables.....	23
2.6. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos	24
2.6.1. Métodos	24
2.6.2. Técnicas.....	24
2.6.3. Tipo y nivel de investigación	25
2.6.4. Procedimiento de la investigación.....	25
2.6.5. Instrumentos de recolección de datos.....	30
2.6.6. Análisis de datos.....	31
III. RESULTADOS	33

3.1. Resistencia a la compresión del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado.	33
3.2. Absorción del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado	38
3.3. Variación dimensional y el alabeo del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado	43
3.4. Relación entre la cantidad de vidrio reciclado y la resistencia a la compresión y absorción en el ladrillo artesanal	44
IV. DISCUSIÓN	47
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. Conclusiones	51
5.2. Recomendaciones.....	52
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
VII. AGRADECIMIENTO	58
VIII.DEDICATORIA.....	59
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tamaño de la muestra para el ensayo de resistencia a la compresión y absorción.	22
Tabla 2.	Operacionalización de variables.	23
Tabla 3.	Ensayos para la clasificación de la cantera escogida.	27
Tabla 4.	Diseño Completamente al Azar (DCA) para 4 dosificaciones y 5 repeticiones por tratamiento.	29
Tabla 5.	ANOVA asociado al Diseño Completamente al Azar (DCA).	31
Tabla 6.	Resultados del ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm ²).	33
Tabla 7.	Pruebas de normalidad de la variable resistencia a compresión.	34
Tabla 8.	Pruebas de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión.	35
Tabla 9.	Anova resistencia a compresión (Kg/cm ²).	35
Tabla 10.	Comparaciones múltiples de la prueba Dunnett para resistencia a la compresión.	36
Tabla 11	Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la resistencia a la compresión.	37
Tabla 12	Resumen de los Resultados del ensayo de absorción y comparación con la Norma E.070.	38
Tabla 13	Pruebas de normalidad de la variable absorción.	39
Tabla 14	Pruebas de homogeneidad de varianzas para la absorción.	40
Tabla 15	Anova ensayo de absorción (%).	40
Tabla 16	Comparaciones múltiples de la prueba Dunnett para absorción.	41
Tabla 17	Comparación múltiple de la prueba Tukey para absorción.	42
Tabla 18	Resultados del ensayo de variación dimensional y alabeo según porcentaje de vidrio reciclado.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Dispersión de la correlación de Pearson la resistencia a la compresión.	44
Figura 2.	Dispersión de la correlación de Pearson la absorción.	45
Figura 3.	Extracción de material en Cantera Artesanal.	117
Figura 4.	Extracción de material en Cantera Artesanal.	117
Figura 5.	Reciclaje de Vidrio en recicladora artesanal.	118
Figura 6.	Reciclaje de Vidrio en recicladora artesanal.	118
Figura 7.	En laboratorio encontrado el contenido de humedad de material extraído.	119
Figura 8.	En laboratorio, mezclando agua con material de cantera, para Limite Liquido y Limite Plástico.	119
Figura 9.	En laboratorio, mezclando agua con material de cantera, para Limite Liquido y Limite Plástico	120
Figura 10.	En laboratorio, estado limite liquido con el método la copa de Casagrande.	120
Figura 11.	En laboratorio, estado limite liquido con el método la copa de Casagrande	121
Figura 12.	En laboratorio, estado limite platico con el método de los rollitos con los dedos aproximadamente de 7cm de largo.	121
Figura 13.	En laboratorio, estado limite platico con el método de los rollitos con los dedos aproximadamente de 7cm de largo.	122
Figura 14.	En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.	122
Figura 15.	En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.	123
Figura 16.	En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.	123
Figura 17.	En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.	124
Figura 18.	En laboratorio, análisis granulométrico pasando por los tamices el material de cantera.	124
Figura 19.	En laboratorio, análisis granulométrico pasando por los tamices el material de cantera	125
Figura 20.	En laboratorio, ensayo químico material de cantera.	125
Figura 21.	En laboratorio, ensayo químico material de cantera.	126
Figura 22.	En laboratorio, elaboración de la mezcla agregando vidrio triturado o molido.	126
Figura 23.	En laboratorio, elaboración de la mezcla agregando vidrio triturado o molido.	127
Figura 24.	En laboratorio, resultado final de la elaboración de ladrillos.	127
Figura 25.	En laboratorio, resultado final de la elaboración de ladrillos.	128

Figura 26.	En laboratorio, cocción de los ladrillos llevados al horno.	128
Figura 27.	En laboratorio, sacados los ladrillos del horno es llevado al ensayo de compresión para medir su resistencia.	129
Figura 28.	En laboratorio, sacados los ladrillos del horno es llevado al ensayo de compresión para medir su resistencia.	129
Figura 29.	Medición dimensional del ladrillo.	130
Figura 30.	Medición dimensional del ladrillo.	130
Figura 31.	Medición dimensional de alabeo del ladrillo (concavidad).	131
Figura 32.	Medición dimensional de alabeo del ladrillo (convexidad).	131
Figura 33.	Los ladrillos son llevados al horno para absorción de peso seco.	132
Figura 34	Los ladrillos son colocados a una tina con agua para la absorción y saturación del ladrillo.	132

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del vidrio reciclado en la resistencia a la compresión y la absorción del ladrillo artesanal elaborado en Jaén – Cajamarca, 2024. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y con diseño experimental DCA considerando como factor de estudio la dosificación de vidrio reciclado triturado en proporciones de 0 %, 10 %, 20 % y 30 %. El muestreo fue de tipo probabilístico aleatorio y se evaluó un total de 40 ladrillos artesanales fabricados bajo condiciones controladas de laboratorio. Los resultados evidenciaron que la resistencia a la compresión aumentó de 55.73 kg/cm² en el ladrillo patrón hasta 78.06 kg/cm² con 30 % de vidrio reciclado, mientras que la absorción de agua disminuyó de 13.99 % a 12.23 %. El análisis estadístico mediante ANOVA confirmó diferencias significativas entre los tratamientos. Asimismo, se obtuvo una correlación positiva fuerte entre el contenido de vidrio y la resistencia a la compresión ($r = 0.9089$) y una correlación negativa casi perfecta con la absorción ($r = -0.9999$). Se concluye que la incorporación de vidrio reciclado mejora significativamente las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo artesanal, constituyéndose en una alternativa técnica y ambientalmente viable.

Palabras claves: Vidrio reciclado, ladrillo artesanal, resistencia a la compresión, absorción de agua.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of recycled glass on the compressive strength and absorption of handmade bricks produced in Jaén, Cajamarca, in 2024. The study employed a quantitative, applied approach with a completely randomized design (CRD), considering the dosage of crushed recycled glass at proportions of 0%, 10%, 20%, and 30%. A random probability sampling method was used, and a total of 40 handmade bricks manufactured under controlled laboratory conditions were evaluated. The results showed that compressive strength increased from 55.73 kg/cm² in the control brick to 78.06 kg/cm² with 30% recycled glass, while water absorption decreased from 13.99% to 12.23%. Statistical analysis using ANOVA confirmed significant differences between the treatments. Furthermore, a strong positive correlation was found between glass content and compressive strength ($r = 0.9089$), and a near-perfect negative correlation with absorption ($r = -0.9999$). It is concluded that the incorporation of recycled glass significantly improves the mechanical and physical properties of handmade bricks, making it a technically and environmentally viable alternative.

Keywords: Recycled glass, handmade brick, compressive strength, water absorption.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el contexto mundial, las materias primas utilizadas en la construcción presentan como característica común su uso permanente en las edificaciones, por lo que deben cumplir requisitos fundamentales como la resistencia mecánica y la durabilidad. Sin embargo, no existe una materia prima que satisfaga simultáneamente todas las exigencias técnicas, lo que ha llevado a la disciplina de la construcción a combinar distintos materiales con el fin de optimizar sus propiedades sin comprometer la calidad del producto final. En este marco, diversos países han venido investigando alternativas para mejorar los materiales tradicionales de construcción, especialmente aquellos producidos de forma artesanal.

Como causa principal del problema, en varios países de América Latina, la fabricación artesanal de ladrillos se realiza sin un control técnico adecuado y sin el cumplimiento estricto de las normativas vigentes. En Ecuador, por ejemplo, los fabricantes artesanales de ladrillos enfrentan dificultades para comercializar sus productos debido a que no cumplen con las características exigidas por las normas técnicas, principalmente en lo referente a la resistencia mecánica y a la absorción de agua (Ibarra, 2021). De manera similar, en el Perú, la producción de ladrillos artesanales es desarrollada mayoritariamente por pequeños productores informales, quienes utilizan procesos empíricos, hornos poco eficientes y materias primas sin caracterización previa, lo que genera unidades de albañilería de calidad variable.

Como efecto directo de esta problemática, los ladrillos artesanales presentan deficiencias en sus propiedades físico-mecánicas, tales como baja resistencia a la compresión, elevada absorción de agua, deformaciones geométricas y presencia de fisuras. Estas deficiencias limitan su uso estructural y afectan la seguridad y durabilidad de las edificaciones. En la región Áncash, provincia del Santa, se determinó que en cuatro ladrilleras artesanales solo el 70 % de los ladrillos producidos eran aptos para su comercialización, mientras que el 30 % restante presentaba rajaduras o se encontraba crudo, evidenciando problemas en el proceso productivo (Alva & Choy, 2002, citados por Chávez & Millones, 2018). De manera similar, en la provincia de Chupaca, región Huancayo, el uso extendido de ladrillos artesanales que no consideran la Norma E.070 ni controles de calidad adecuados ha motivado la necesidad de evaluar sus características físicas y mecánicas para garantizar su desempeño estructural (Ibarra, 2021).

En el ámbito regional, en Cajamarca, la expansión urbana ha incrementado la demanda de viviendas, consolidando al ladrillo artesanal como uno de los principales materiales de construcción. No obstante, los ladrillos producidos en distritos como Baños del Inca y en centros poblados como Huacataz, Otuzco, El Cerrillo y Santa Bárbara se fabrican mediante técnicas empíricas y sin estándares de control, lo que genera incertidumbre sobre su resistencia a la compresión y su nivel de absorción de agua, propiedades fundamentales para el cumplimiento de la normativa vigente (Bernal, 2013). Esta situación se reproduce en la ciudad de Jaén, donde los productores de ladrillo artesanal no disponen de parámetros técnicos que definan las propiedades mecánicas y físicas de sus productos, observándose con frecuencia deformaciones y fracturas que comprometen su uso en muros portantes.

Frente a esta situación problemática, surge la necesidad de mejorar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal, específicamente la resistencia a la compresión y la absorción de agua, mediante la incorporación de materiales alternativos que optimicen su desempeño. En este contexto, el uso de vidrio reciclado triturado se presenta como una alternativa técnica viable, ya que diversos estudios internacionales han demostrado su potencial para densificar la matriz cerámica y reducir la porosidad del ladrillo. Además, la reutilización del vidrio contribuye a mitigar el impacto ambiental generado por la acumulación de residuos sólidos, aportando un beneficio adicional desde el enfoque de la sostenibilidad.

En consecuencia, se plantea evaluar el efecto de la incorporación de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión y la absorción del ladrillo artesanal producido en la ciudad de Jaén, Cajamarca, con el propósito de determinar su viabilidad técnica y su contribución a la mejora de la calidad del material, dando origen a la siguiente pregunta de investigación.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del vidrio reciclado en la resistencia a la compresión y absorción del ladrillo artesanal, Jaén – Cajamarca, 2024?

1.3. Justificación

Justificación ambiental

En términos ambientales, esta investigación es relevante debido a su enfoque en el reutilizamiento de vidrio y su efecto en la sostenibilidad de la construcción. El uso del vidrio reciclado a modo aditivo en la producción del ladrillo artesanal puede reducir la dependencia de los materiales tradicionales, como la arcilla, que pueden ser agotadores para el medio ambiente. Al reutilizar el vidrio reciclado, se reduce la demanda de desechos destinados a los sumideros y se disminuye la demanda de recursos naturales. Además, al evaluar el efecto ambiental de esta práctica, se pueden identificar oportunidades para mejorar aún más la eficiencia y la eco-sostenibilidad en la industria de la construcción.

Justificación económica

En el ámbito económico, esta investigación puede tener varias implicaciones positivas. Por un lado, el uso de materias primas recicladas como el vidrio puede reducir los costos de producción de ladrillos artesanales al aprovechar recursos disponibles localmente y de bajo costo. Esto puede hacer que la construcción sea más accesible para comunidades con recursos limitados en Jaén y promover el desarrollo económico local. Además, al mejorar las propiedades del ladrillo con incorporación de vidrio reutilizado, se pueden crear oportunidades para el forjamiento en el mercado de la construcción, lo que podría generar nuevas empresas y empleos en la región.

Justificación científica

La comprensión de cómo la adición de vidrio reciclado afecta las cualidades mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales representa un avance en el conocimiento dentro del campo de la ingeniería de materiales de construcción. Este estudio proporcionará información crucial respecto a la factibilidad y eficacia de incorporar materias primas recicladas en la producción de unidades de albañilería, lo que puede abrir nuevas posibilidades en la industria de la construcción. Además, al seguir un enfoque científico riguroso, este trabajo contribuirá a la base de evidencia científica disponible en esta área y servirá como referencia para estudios futuros relacionados con el uso sostenible de materiales de construcción.

Justificación técnica

Desde un enfoque técnico, este estudio es esencial para evaluar la idoneidad y el rendimiento del ladrillo artesanal modificado con vidrio reciclado en el contexto específico de Jaén. La comprensión de cómo estas modificaciones afectan la resistencia a la compresión y absorción del ladrillo es esencial para los ingenieros civiles y arquitectos que trabajan en la planificación y diseño de estructuras en esta zona. Los aportes de esta investigación proporcionarán datos técnicos valiosos que pueden informar la elección de métodos y materiales de construcción más efectivos y sostenibles, contribuyendo así al perfeccionamiento de la durabilidad y calidad de las infraestructuras locales.

1.4. Hipótesis

La incorporación de vidrio reciclado en la fabricación del ladrillo artesanal influye positivamente en sus propiedades físico-mecánicas, incrementando la resistencia a la compresión y reduciendo la absorción de agua en comparación con el ladrillo convencional, en la ciudad de Jaén – Cajamarca, 2024.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Evaluar el efecto del vidrio reciclado en la resistencia a la compresión y absorción del ladrillo artesanal, Jaén – Cajamarca, 2024.

1.5.2. Específicos

- Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo producido con vidrio triturado en ladrillo artesanal, Jaén – Cajamarca, 2024
- Determinar la absorción del ladrillo producido con vidrio triturado en el ladrillo artesanal, Jaén – Cajamarca, 2024
- Determinar la variación dimensional y el alabeo del ladrillo producido con vidrio triturado en el ladrillo artesanal, Jaén – Cajamarca, 2024
- Establecer una relación entre la cantidad de vidrio reciclado y las mejoras en la resistencia a la compresión y absorción en el ladrillo artesanal, Jaén – Cajamarca, 2024.

1.6. Antecedentes de la investigación

1.6.1. Internacionales

Chew et al. (2025) estudiaron cómo la incorporación de vidrio reciclado en proporciones de 0 %, 5 %, 10 %, 15 % y 20 % afecta las propiedades de ladrillos cerámicos de arcilla en un proceso de fabricación sostenible a 900 °C. El objetivo fue analizar la influencia del vidrio sobre resistencia a la compresión, absorción de agua, y características físico-mecánicas relacionadas. Los resultados indicaron que con 20 % de vidrio la resistencia a la compresión aumentó un 29.4 %, y la absorción de agua disminuyó un 24.6 %, en comparación con los ladrillos sin vidrio. También se observó una reducción de la porosidad aparente y un aumento en la densidad del material, lo cual correlaciona con mejores propiedades mecánicas y menor absorción. Los autores concluyen que la adición de vidrio reciclado mejora significativamente la resistencia y comportamiento físico de los ladrillos, y proponen su uso como alternativa sostenible en la industria cerámica.

Mirosavljević et al. (2023) evaluó la incorporación de vidrio reciclado en bloques cerámicos de arcilla con contenidos de 0 %, 10 %, 20 % y 30 %. El propósito fue determinar el efecto del vidrio sobre la resistencia a la compresión y la absorción de agua de los bloques. Los autores informaron que el aumento progresivo de vidrio incrementó la resistencia a la compresión de 21.79 MPa a 35.59 MPa conforme el contenido de vidrio aumentó de 0 a 30 %, lo que supera ampliamente los requisitos mínimos de normas como ASTM C62 para bloques estructurales. Asimismo, la absorción de agua se mantuvo dentro de rangos adecuados según las especificaciones técnicas para mampostería, mientras que la densidad de los bloques aumentó con la adición de vidrio debido a la reducción de poros abiertos. Los investigadores concluyeron que la adición de vidrio reciclado inerte en mezclas cerámicas mejora las propiedades mecánicas y físicas de los bloques, y que los valores observados cumplen estándares internacionales para su uso en construcción.

Hidalgo et al., (2022) realizaron un estudio cuya finalidad principal fue evaluar la resistencia a la compresión y flexión del ladrillo artesanal del Chambo con la incorporación de aserrín de vidrios de desechos. La metodología utilizada fue aplicada y de tipo experimental, basada en la determinación del material de ladrillos (ceniza y suelo), y la elaboración de probetas con la incorporación de aserrín de vidrio (PV), utilizando el método artesanal tradicional, pero modificando exclusivamente la incorporación de aserrín de vidrio en su composición.

Los resultados manifiestan que los ladrillos con vidrio presentan un valor de hasta un 240% más de tenacidad a la compresión y un 220% más de tenacidad a la flexión en comparación con los convencionales, con el 8% al 16% de vidrio. Asimismo, el patrón con los modificados muestra una proporción de absorción del 25% al 26%. Se concluye que las muestras fabricadas cumplen con los estándares de las normativas determinadas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Xin et al (2021) realizaron una revisión cuyo objetivo fue explorar las posibilidades de reciclaje del vidrio de desecho (waste glass) en la producción de ladrillos de arcilla cocida, con énfasis en las propiedades físico-mecánicas resultantes. Este trabajo recopiló múltiples estudios experimentales previos, indicando que efectivamente la incorporación de 0%, 10%, 20% y 30% vidrio triturado permite reducir la temperatura de sinterización y mejorar las propiedades de los ladrillos cocidos, especialmente la resistencia a la compresión y la densificación de la matriz cerámica. La revisión reporta que el aumento del contenido de vidrio reciclado mayor al 30% y la reducción del tamaño de partícula contribuyen de manera significativa a la mejora de la resistencia mecánica de los ladrillos, debido a la formación de una estructura más densa y uniforme tras la cocción. El análisis también menciona una relación lineal entre la conductividad térmica y el contenido de vidrio reciclado, lo cual puede influir indirectamente en las características físicas de los productos cerámicos. Este antecedente es importante para situar el enfoque global de reutilización de vidrio en ladrillos cerámicos y proporciona un marco teórico que sustenta tendencias observadas en investigaciones experimentales posteriores.

Cedillo & Echevarría (2021) ejecutaron una investigación cuyo propósito principal de reutilizar desechos de vidrio y plástico PET para la fabricación de unidades constructivas, con el fin de aminorar el impacto medio ambiental. La metodología utilizada fue aplicada y de tipo experimental. Para ello, trituraron y mezclaron ambos desechos para formar la mezcla de barro. Los resultados revelaron que el plástico PET se fundió a una temperatura de 150°C, mientras que el material vidrioso se desprendió a 250°C, y a 850°C las muestras se deformaron y tanto el vidrio como el plástico se fundieron por completo. Se concluyó que el uso del plástico y vidrio para la elaboración de unidades de albañilería no debería considerarse, ya que se deterioran y ocasionan daños al ecosistema durante la cocción debido al incremento de calor.

Terán et al., (2023) llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo principal fue desarrollar ladrillos que integran cemento, arena gruesa y desechos de vidrio reciclado como componentes clave. La metodología empleada fue experimental y aplicada, consistiendo en la adaptación del vidrio reciclado mediante un proceso de trituración para alcanzar una granulometría y características adecuadas. Un total de 180 ladrillos fueron fabricados, variando las proporciones de los materiales constituyentes. Los hallazgos indicaron que las proporciones óptimas para la fabricación de ladrillos que cumplieran con todas las especificaciones en términos de dimensiones, absorción, alabeo y resistencia a la compresión, fueron de 1 parte de cemento, 3 partes de arena gruesa y 2 partes de vidrio. Se llegó a la conclusión de que la producción de este tipo de ladrillos puede fomentar prácticas constructivas y arquitectónicas ambientalmente sostenibles, reduciendo los contaminantes en el ecosistema, especialmente en el agua y el aire. En el primer caso, se reduce la acumulación de vidrio en los vertederos, mientras que, en el segundo, se disminuyen las emisiones de CO₂ al aire al reducir la necesidad de producir vidrio nuevo.

Hasan et al. (2021) realizaron una investigación cuyo objetivo fue evaluar los efectos de la adición de vidrio reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos cerámicos de arcilla. Los autores prepararon ladrillos incorporando vidrio molido en proporciones del 0 %, 2 %, 4 %, 10 %, 16 %, 30 % y 40 % reemplazando arcilla convencional, seguido de secado y cocción a 925 °C. Las pruebas incluyeron resistencia a la compresión, absorción de agua, densidad, porosidad y contracción lineal de los especímenes. Los resultados demostraron que la resistencia a la compresión aumentó con la cantidad de vidrio añadido: un incremento aproximado del 42 % en resistencia con 30 % de vidrio respecto al ladrillo patrón. Asimismo, la absorción de agua disminuyó progresivamente, y los ladrillos con contenido de vidrio hasta 40 % cumplieron los requisitos de normas como ASTM C62 y BDS 208 para resistencia y absorción. La reducción de la absorción se vinculó a una menor porosidad interna debido a la incorporación del vidrio, que actúa como fase vítrea durante el proceso de cocción, densificando la matriz del ladrillo. Los autores concluyen que la adición de vidrio reciclado puede mejorar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos cerámicos y contribuir a una producción de material de construcción más sostenible.

1.6.2. Nacionales

Quichca y Sencia (2025) desarrollaron una investigación orientada a evaluar la influencia del vidrio reciclado molido en las propiedades físico-mecánicas de ladrillos tipo lego ecológicos, en el marco de la promoción de alternativas sostenibles para la construcción en la región Huancavelica. El objetivo principal fue determinar el efecto de la incorporación de vidrio reciclado en la absorción de agua, la resistencia a la compresión unitaria (f'_b), la resistencia a la compresión axial (f'_m) y la resistencia al corte diagonal (v'_m), empleando suelo arcilloso como material base. El estudio correspondió a un enfoque experimental con diseño cuasi-experimental, para lo cual se fabricaron 309 unidades de ladrillo, distribuidas en tres tratamientos con 0 %, 15 % y 20 % de vidrio reciclado. Los ensayos se ejecutaron conforme a las normas ASTM C67, NTP 399.604 y NTP 399.613, en un laboratorio acreditado, aplicándose análisis estadístico descriptivo e inferencial mediante pruebas ANOVA y Tukey. Los resultados evidenciaron que la adición de vidrio reciclado generó mejoras significativas en todas las propiedades evaluadas. La absorción de agua se redujo en 6.6 % y 5.4 % para las dosificaciones de 15 % y 20 %, respectivamente. Asimismo, la resistencia a la compresión unitaria se incrementó en 19.70 % con 15 % de vidrio y en 51.22 % con 20 %, mientras que la resistencia a la compresión axial aumentó en 74.32 % y 163.22 %, respectivamente. En cuanto a la resistencia al corte diagonal, se registraron incrementos de 8.56 % y 36.36 %. Todas las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$). En conclusión, los autores demostraron que la incorporación de hasta 20 % de vidrio reciclado molido en la fabricación de ladrillos lego ecológicos mejora de manera sustancial su desempeño mecánico y reduce la absorción de agua, consolidándose como una alternativa técnica y ambientalmente viable para la construcción sostenible.

Perea (2024) su investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la incorporación de vidrio reciclado triturado en la fabricación de ladrillos de arcilla ecológicos en la ciudad de Chachapoyas durante el año 2023. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y con diseño experimental, empleándose como instrumentos de recolección de datos las fichas técnicas de laboratorio. Para el análisis se elaboraron y ensayaron un total de 276 unidades de ladrillo, incorporando proporciones de 0 %, 10 %, 15 % y 30 % de vidrio reciclado triturado. Los resultados evidenciaron que el ladrillo patrón, sin adición de vidrio, presentó el menor costo unitario de producción; no obstante, las unidades elaboradas con 30 % de vidrio reciclado mostraron los mejores comportamientos

en términos de absorción de agua, alabeo, variación dimensional y resistencia a la compresión diagonal evaluada en muretes. Asimismo, la dosificación con 15 % de vidrio reciclado alcanzó los valores más elevados de resistencia a la compresión en unidades individuales y en pilas de albañilería. En conclusión, el autor determinó que la incorporación de vidrio reciclado triturado en la elaboración de ladrillos de arcilla ecológicos contribuye significativamente a la mejora de sus propiedades físicas y mecánicas, consolidándose como una alternativa técnica viable y ambientalmente sostenible.

Zurita (2021) desarrolló una investigación cuyo objetivo fue analizar el efecto de la adición de vidrio reciclado triturado en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería artesanal. El estudio correspondió a un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y con diseño experimental, para lo cual se trabajó con una muestra conformada por 48 unidades de ladrillo artesanal de tipo sólido. En el proceso de fabricación se incorporaron porcentajes de vidrio reciclado triturado de 0 %, 5 %, 10 % y 15 %, evaluándose posteriormente la resistencia a la compresión de las unidades obtenidas. Los resultados evidenciaron que la resistencia a la compresión alcanzó valores de 125.18 kg/cm² para el ladrillo patrón, 134.08 kg/cm² con 5 % de vidrio, 145.78 kg/cm² con 10 % y 138.03 kg/cm² con 15 %, observándose un incremento progresivo hasta la dosificación del 10 %, a partir de la cual se registró una ligera disminución. En función de estos resultados, el autor determinó que la dosificación óptima para la incorporación de vidrio reciclado corresponde al 10 %, debido a que permite mejorar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo, cumpliendo además con los requisitos establecidos para un ladrillo tipo IV según la normativa vigente.

Ibarra (2021) en su investigación se propuso evaluar el impacto del vidrio triturado en la compresión del ladrillo artesanal en la jurisdicción de Chupaca. Su metodología, tuvo una orientación descriptiva correlacional y un planteamiento preexperimental. Su población consistió en 50 unidades con diferentes porcentajes de vidrio, el muestreo fue no probabilístico. Los resultados indicaron que el aplastamiento axial del ladrillo cerámico es favorable hasta un máximo de 10% de vidrio triturado, ya que esta aumenta hasta 130.67 kg/cm². Sin embargo, al incrementar la dosificación de vidrio triturado al 15%, la compresión se reduce a 119.79 kg/cm². Concluyó que el vidrio pulverizado no se mezcla adecuadamente con las partículas de arcilla, afectando la trabajabilidad del barro e incrementando la porosidad en los ladrillos.

Martínez (2020) realizó una investigación con el propósito integral de estudiar la resistencia al aplastamiento axial del ladrillo artesanal y plantear su fabricación utilizando fibra de vidrio. La metodología fue aplicada, y tipo experimental. Los materiales utilizados fueron la fibra de vidrio y la arcilla. Se evaluaron 50 ladrillos distribuidos en los siguientes tratamientos: grupo de control, ladrillos con un 1%, 1.7%, 2.2% y 2.8% de vidrio en peso. Los resultados revelaron que la compresión aumentó en un 13.9%, siendo el grupo con un 1% el que mostró la mejor resistencia a la compresión. Concluyó que es factible fabricar unidades de albañilería de arcilla cocida incluyendo vidrio para incrementar su resistencia a la compresión.

1.6.3. Regionales

Delgado (2023) ejecutó un estudio con el objetivo principal de evaluar la compresión de ladrillos con vidrio triturado. Su método fue aplicado y experimental, epistemológica positivista, y con enfoque cuantitativo, ya que se realizó un diseño experimental puro. Se estudiaron 50 ladrillos, con proporciones diferentes de vidrio pulverizado, y se seleccionaron aleatoriamente 20 ladrillos para el estudio. Los resultados mostraron que el p value de la prueba de Fisher fue menor al 5% indicando diferencias significativas entre los grupos estudiados con un nivel de confiabilidad del 95%. Se concluyó que es recomendable la fabricación de ladrillos con un 15% de vidrio triturado, denominados eco ladrillos, como parte de las políticas locales dentro del sector para promover la sostenibilidad ambiental.

Vargas (2022) realizó un estudio con la finalidad principal de mejorar las características físicas y mecánicas de ladrillos de arcilla incorporando de vidrio triturado en Cajamarca. Su método fue de tipo cuantitativo y experimental, centrándose en evaluar la variación de la conductividad térmica y compresión del ladrillo patrón y con modificaciones del 15%, 10% y 5% de vidrio triturado. Los datos revelaron que el comportamiento a la compresión de la unidad experimental aumentó al agregar un 15% de vidrio, consiguiendo 61.28 kg/cm². En cuanto a la conductividad térmica, el 5% fue el óptimo con 1.36 W/m-°K. Como conclusión, se determinó que la inclusión de residuos de vidrio en las unidades de albañilería cocida podría mejorar su comportamiento mecánico y fomentar la sostenibilidad al promover el reciclaje.

Sánchez (2021) evaluó ladrillos tipo King Kong de arcilla con adición de vidrio pulverizado reciclado en proporciones de 0 %, 5 %, 10 % y 15 %. Se elaboraron 140 ladrillos y se sometieron a ensayos normalizados de resistencia a la compresión, absorción, variación dimensional y alabeo conforme a la Norma E.070. Los resultados indicaron que los ladrillos con 5 % de vidrio alcanzaron resistencia a la compresión de 51.36 kg/cm², superior a la resistencia del ladrillo patrón (50.40 kg/cm²), y que las absorciones correspondieron a 17.16 % (0 %) y 16.28 % (5 %). En términos de variación dimensional y alabeo, todos los tratamientos cumplieron con las tolerancias normativas establecidas por la E.070, demostrando que la adición de vidrio no afecta negativamente la estabilidad geométrica de las unidades. Se concluyó que un 5 % de vidrio reciclado mejora las características físico-mecánicas sin comprometer la calidad dimensional del ladrillo para uso en muros portantes.

Tasilla (2021) desarrolló un estudio teniendo como objetivo principal, evaluar cómo varía la absorción, compresión axial, alabeo y variación dimensional de los ladrillos artesanales al agregar cenizas de granito. Su metodología fue aplicada y de tipo experimental, añadiendo proporciones del 5%, 10% y 15% de residuos de granito a la composición del ladrillo artesanal. Los resultados manifestaron que la compresión axial varió de la siguiente manera: testigo 29.01kg/cm², 5% =41.50kg/cm², 10% =65.44kg/cm² y 15% =48.06kg/cm². Se concluyó que el granito mejora el comportamiento a compresión superior al 7% de manera progresiva hasta la inclusión del 10%, posteriormente comienza a disminuir. En cuanto a la absorción, se observó una reducción de menos del 1.5% al agregar residuos de granito. Respecto al alabeo y variación dimensional, se mejoraron en más del 1%. Por lo tanto, se considera válida la mejora a la compresión y alabeo, pero no en la variación dimensional y absorción.

Camacho (2019) llevó a cabo una investigación cuyo propósito fundamental fue comparar las características físicas y mecánicas del ladrillo de concreto reemplazando fluorita y vidrio (100%, 50% y 25%), en comparación con un ladrillo de concreto convencional. Su metodología fue aplicada y de tipo experimental. Se utilizó un diseño de concreto según los estándares ACI para una referencia de 175kg/cm². La pieza de albañilería estudiada correspondió a un tipo V acorde a la normativa E.070 del (2006). Los resultados revelaron que el ladrillo estándar tenía un comportamiento a compresión de 282.33kg/cm², absorción de 8.27% y una succión de 0.16gr/cm². Por otro lado, el ladrillo con 25% de fluorita y vidrio obtuvo 208.21kg/cm², una absorción del 6.80% y una succión de 0.16gr/cm². El tratamiento con un 50% de reemplazo obtuvo 178.97kg/cm², 4.68% de

absorción y una succión de 0.14 gr/cm². Finalmente, el ladrillo con un reemplazo del 100% obtuvo 137.45kg/cm², una absorción del 2.87% y una succión de 0.14 gr/cm². Se concluyó que el ladrillo patrón mantenía las mejores propiedades, lo que lo hace adecuado para su consideración como un ladrillo estructural.

1.6.4. Locales

No se encontraron investigación de ladrillos fabricados en vidrio reciclado en la ciudad de Jaén.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Población

Se refiere al grupo de elementos de quienes se busca obtener información para derivar conclusiones (Palella & Martins, 2008). En este estudio, se tomará en cuenta una población total de 40 muestras de ladrillo. De estas, se asignarán 20 unidades para la prueba de compresión y las restantes 20 unidades para la prueba de absorción, abarcando los 4 tratamientos (0%, 10%, 20% y 30%).

La selección de los niveles de dosificación de vidrio establecidos en 0 %, 10 %, 20 % y 30 % responde a criterios técnicos, metodológicos y bibliográficos sustentados en investigaciones recientes sobre la incorporación de residuos vítreos en ladrillos de arcilla. En referencia a Xin et al., (2021) en su investigación “*Possible recycling of waste glass in sustainable fired clay bricks: a review*” donde evaluaron el comportamiento de ladrillos cerámicos elaborados con arcilla y vidrio reciclado utilizando proporciones escalonadas de 0 %, 10 %, 20 % y 30 %, lo que permitió analizar de manera progresiva la influencia del vidrio en la resistencia mecánica y la absorción. Este esquema experimental ha demostrado ser adecuado para identificar tendencias claras en el comportamiento del material, así como para determinar rangos óptimos de incorporación sin comprometer la integridad estructural del ladrillo.

Asimismo, la inclusión del nivel 0 % se considera indispensable como tratamiento de control, ya que permite establecer una referencia base del comportamiento del ladrillo artesanal convencional. Los rangos de 10 %, 20 % y 30 %, son coherentes con la literatura técnica reciente, que reporta mejoras progresivas en la densificación de la matriz cerámica y reducción de la porosidad abierta cuando el vidrio se incorpora dentro de límites controlados, garantizando la comparabilidad de resultados y la evaluación sistemática del efecto del vidrio reciclado, permitiendo obtener conclusiones técnicas válidas y reproducibles.

2.2. Muestra

La muestra en investigación se define como el grupo de procedimientos llevados a cabo con la finalidad de examinar la distribución de ciertas propiedades en la totalidad de la población, centrándose en la observación de un fragmento de la población en cuestión (Tamayo & Tamayo, 2006). Para esta investigación la muestra estuvo determinada de

manera estadística empleando la fórmula para poblaciones finitas, ya que se conoce el total de muestras que conforman la población.

Donde:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p + q}{d^2(N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

$$n = \frac{20 * 1.96^2 * 0.50 + 0.50}{0.05^2(20 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = 19 \text{ muestras}$$

n = Tamaño de la muestra

N = Poblacion o universo (20)

Z_a^2 = 1.96 (95% de confiabilidad)

d = precisión (5%)

p = probabilidad de exito (0.50)

q = probabilidad de no tener exito

$$f = n/\text{tratamientos}$$

$$f = 19/4$$

$$f = 4.75 \approx 5 \text{ muestras/tratamiento}$$

Tabla 1

Tamaño de la muestra para el ensayo de resistencia a la compresión y absorción.

Dosificaciones de vidrio	Ladrillos para compresión	Ladrillos para absorción
Ladrillos con 0% vidrio reciclado (Testigo)	5	5
Ladrillos con 10% vidrio reciclado	5	5
Ladrillos con 20% vidrio reciclado	5	5
Ladrillos con 30% vidrio reciclado	5	5
Total	40 ladrillos	

Nota. Elaboración propia, 2024.

2.3. Muestreo

El muestreo en investigación se define como el método empleado para elegir las unidades de la muestra de toda la población. Este método implica un conglomerado de criterios, reglas y procedimientos que guían la elección de un grupo de componentes de una población, los cuales evidencian las características de toda la población (Mata, 1994). Para este estudio los especímenes se tomaron mediante un muestreo probabilístico, ya que se hizo

una selección al azar en la cual todas las piezas tuvieron las mismas probabilidades de ser elegidas.

2.4. Variables de estudio

Variable independiente: Vidrio triturado 0%, 10%, 20% y 30%.

Variable dependiente: Propiedades del ladrillo artesanal.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de variables.

Variables	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento
Variable independiente:				
Vidrio triturado	Porcentajes de vidrio triturado acorde a cada tratamiento.	0% 10% 20% 30%	Cm ³ .	- Protocolos de seguridad. - Formatos de apuntes. - Cuaderno de recopilación de datos.
Variable dependiente:				
Resistencia a la compresión del ladrillo.	Esfuerzo de compresión de probetas (<i>f_o</i>).	Ruptura del ladrillo comprimido por aplastamiento axial.	kg/cm ²	- Formatos de apuntes. - Cuaderno de recopilación de datos. - Norma E.070.
Absorción del ladrillo	Saturación de humedad absorbida por la pieza.	Cantidad de agua infiltrada en el ladrillo.	%	- Formatos de apuntes. - Cuaderno de recolección de datos. - Norma E.070.

Nota. Elaboración propia, 2024.

2.6. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Métodos

a. Deductivo.

La presente investigación emplea el método deductivo, el cual parte de una hipótesis sustentada en bases teóricas y antecedentes científicos relacionados con la incorporación de residuos de vidrio reciclado en materiales de construcción (Carvajal, 2014). En una etapa inicial, se postula que la adición de vidrio reciclado influye de manera significativa en la resistencia a la compresión y en la absorción del ladrillo artesanal. Dicha hipótesis es contrastada mediante la elaboración de unidades de ladrillo con distintos porcentajes de vidrio reciclado, las cuales son sometidas a ensayos de resistencia a la compresión y absorción. Los resultados obtenidos permiten comprobar o rechazar la hipótesis planteada, siguiendo un procedimiento lógico y sistemático que garantiza la correspondencia entre el sustento teórico y los resultados experimentales.

b. Analítico.

El método analítico en la investigación implica descomponer un conjunto en sus componentes básicos, lo que significa pasar de lo general a lo específico. También se puede entender como un proceso que surge de las anomalías para llegar de las consecuencias a sus orígenes (Pérez, 2023). Este enfoque metodológico es relevante para el estudio actual, ya que implica una investigación exhaustiva de cada componente que conforma el tema en cuestión. Además, se analizará cuantitativamente para determinar el impacto del porcentaje de vidrio reciclado en el perfeccionamiento óptimo de la absorción de humedad y comportamiento a compresión de las muestras producidas.

2.6.2. Técnicas

a. La observación.

La técnica de observación es crucial en cualquier procedimiento de investigación, puesto que proporciona al investigador grandes cantidades de datos. Muchos de los conocimientos científicos han sido adquiridos a través de la observación (Días, 2011). En el contexto de esta investigación, la aplicación de esta técnica es adecuada, ya que se presta

atención de manera integral a todos los aspectos y fenómenos relacionados con la reproducción, procesamiento y aplicación de los datos.

b. Experimentación.

La experimentación científica es fundamental para comprobar la correlación entre las variables independientes y dependientes. Aunque a menudo es difícil, e incluso a veces inadmisible, manejar una única variable en una experimentación, los investigadores suelen esforzarse para reducir la cantidad de variables que se manipulan (Carpi & Egger, 2008). La idoneidad de esta técnica para esta investigación reside en la meticulosidad con la que se miden, monitorean y reportan sus resultados, lo que permite comprender y controlar las causas y efectos, así como reducir variables impredecibles o inexplicables.

2.6.3. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de tipo experimental, con un nivel cuasi experimental, debido a que se manipula deliberadamente la variable independiente, constituida por el porcentaje de vidrio reciclado incorporado en el ladrillo artesanal, y se evalúa su efecto sobre las variables dependientes, resistencia a la compresión y absorción. Asimismo, se establecen grupos de comparación, incluyendo un ladrillo patrón (0 % de vidrio) y tratamientos con diferentes dosificaciones de vidrio reciclado. Sin embargo, no se emplea asignación aleatoria probabilística de las unidades experimentales, por lo que el estudio no corresponde a un diseño experimental puro.

2.6.4. Procedimiento de la investigación

Para la fabricación de los ladrillos artesanales se siguió el procedimiento establecido en la “Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales” del Ministerio de la Producción (2010) donde detalla la manera adecuada para producir ladrillos de arcilla cocida fabricados de forma artesanal.

1). Protocolo simplificado para el tratamiento del vidrio reciclado

a) Recolección y acopio

El vidrio reciclado se obtuvo de residuos provenientes de vidrierías de la ciudad de Jaén, conformados por botellas, frascos y otros elementos

descartados, los cuales fueron almacenados temporalmente en condiciones seguras.

b) Selección y limpieza

El material recolectado fue seleccionado manualmente para retirar impurezas y materiales extraños, y posteriormente lavado con agua y secado al ambiente, garantizando la eliminación de contaminantes.

c) Trituración y control granulométrico

El vidrio limpio fue triturado manualmente con un martillo hasta alcanzar un tamaño de partícula menor a 4 mm, asegurando una granulometría adecuada para su incorporación homogénea en la mezcla del ladrillo.

d) Dosificación del vidrio triturado

El vidrio procesado fue dosificado en proporciones de 0 %, 10 %, 20 % y 30 %, conforme al diseño experimental establecido para la investigación.

e) Incorporación y manejo seguro

Finalmente, el vidrio triturado fue incorporado a la mezcla del ladrillo artesanal siguiendo prácticas básicas de seguridad, contribuyendo al aprovechamiento de residuos y a la mejora de las propiedades físico-mecánicas del producto final.

2). El segundo paso implica la selección cuidadosa de la cantera que proporcionará el material arcilloso necesario para la elaboración de las muestras. Se evaluará visualmente las propiedades de la tierra para identificar aquellas canteras que posean arcilla de alta calidad y adecuada para la elaboración de ladrillos. La elección de la cantera se basó en criterios como la plasticidad del suelo. Una vez seleccionada la cantera, se ejecutarán ensayos adicionales en un laboratorio de mecánica de suelos para caracterizar e identificar las características de la arcilla. Estos ensayos incluirán pruebas de compresión, análisis de plasticidad y otros procedimientos para garantizar la idoneidad del material para la elaboración de ladrillos. La meticulosa elección y caracterización de la arcilla asegura que los ladrillos resultantes tengan las propiedades mecánicas y físicas apropiadas para su utilización en la construcción. Además, este proceso garantiza la calidad y consistencia del producto terminado, lo que es fundamental para su aplicación en proyectos de construcción.

Tabla 3*Ensayos para la clasificación de la cantera escogida.*

N°	Ensayos	Normativas
1	Contenido de Humedad	MTC E-108
2	Límites de Atterberg	
	- Límite Líquido (LL)	MTC E-110
	- Límite Plástico e Índice de Plasticidad (LP y IP)	MTC E-111
3	Análisis Granulométrico	MTC E - 107

Nota. Elaboración propia, 2024.

3). Una vez seleccionada la arcilla adecuada, se procederá a la elaboración de la composición del barro. La fabricación de ladrillos solamente se fabricó en la Cantera Shanango correspondiente a un solo tipo de suelo, elaborándose todas en un solo día con la finalidad de que todas las muestras se evalúen en las mismas condiciones. Para esto, se separará el material grueso del fino y se eliminarán las impurezas utilizando una zaranda. Posteriormente, la arcilla se mezclará con agua potable hasta alcanzar la consistencia adecuada. Durante esta etapa, se añadirán los porcentajes de vidrio triturado según el volumen de la muestra y de acuerdo con cada tratamiento experimental. Este paso es esencial para garantizar una mezcla homogénea y consistente, lo que influirá directamente en los patrimonios finales de la muestra. La añadidura controlada de vidrio molido en la mezcla permite evaluar el impacto de diferentes concentraciones de este material reciclado en las características mecánicas y físicas del ladrillo.

4). Una vez preparada la mezcla, se procederá al moldeo manual de los ladrillos utilizando un molde de madera habilitado para este fin. Esta fase requiere habilidad y precisión para asegurar dimensiones uniformes y una calidad homogénea en cada ladrillo producido. Los ladrillos se moldearán según las dimensiones estándar de 14cm x 24cm x 10cm, lo que garantiza su compatibilidad con los estándares de construcción. El moldeo manual de los ladrillos permite un control preciso sobre su forma y tamaño, lo que contribuye a la uniformidad y la estabilidad estructural de las construcciones en las que serán utilizados. Además, este proceso artesanal agrega un valor estético y tradicional a los ladrillos, lo que puede ser apreciado en proyectos arquitectónicos.

5). Una vez modelados, los ladrillos se colocaron a la intemperie para que se sequen de manera natural. Este proceso de secado tomó 7 días a temperatura ambiente protegidos

del sol y la lluvia, siendo fundamental para prevenir deformaciones durante la cocción. Cada ladrillo será etiquetado de acuerdo con su tratamiento experimental, lo que permite una identificación precisa y evita la mezcla con otros lotes. El etiquetado de los ladrillos permite el seguimiento y evaluación de lo obtenido experimentalmente, asegurando que se mantenga la integridad de los datos recopilados. Además, este paso es crucial para la trazabilidad de los ladrillos, lo que avala la reproducibilidad y la confiabilidad de los aportes obtenidos en el estudio.

6). Una vez que los ladrillos hayan alcanzado un estado de ligero secado, se organizarán en hileras para su cocción. Esta fase requiere una disposición cuidadosa de los ladrillos para garantizar una distribución uniforme del calor durante el proceso de cocción. La disposición ordenada y precisa de los ladrillos en el horno es crucial para asegurar una cocción uniforme y la obtención de ladrillos de calidad homogénea

7). La cocción de los ladrillos se realizó en un horno artesanal tradicional, empleado habitualmente por los productores locales de la ciudad de Jaén. El control de la temperatura se efectuó de manera empírica, basado en la experiencia y criterio del maestro hornero, sin el uso de instrumentos especializados de medición térmica. Esta condición responde a que la investigación no tuvo como finalidad evaluar el proceso de cocción ni el desempeño térmico del horno, sino analizar el efecto de la incorporación de vidrio reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal. En ese sentido, se respetó el método tradicional de fabricación utilizado en la zona, con el propósito de reproducir condiciones reales de producción y garantizar la representatividad de los resultados obtenidos. El proceso de cocción tendrá una duración aproximada de 5 días. Esta fase es fundamental, ya que el calor intenso del horno vitrificará tanto la arcilla como el vidrio, fusionándolos y transformándolos en un material compuesto más robusto y duradero. La cocción en el horno es un paso crítico en la fabricación de ladrillos, ya que determina en gran medida las características físicas y mecánicas del producto terminado. El control preciso de la temperatura y el tiempo de cocción son fundamentales para asegurar la resistencia y la calidad adecuada de los ladrillos, y también su soporte a condiciones ambientales adversas y cargas.

8). Después de completar el proceso de cocción, los ladrillos se dejarán enfriar gradualmente en el horno. Un enfriamiento demasiado rápido podría ocasionar grietas y deformaciones en los ladrillos, por lo que es necesario realizar este proceso de manera controlada. El enfriamiento gradual permite que los ladrillos se adapten gradualmente a las

condiciones ambientales, lo que ayuda a minimizar el riesgo de daños y garantiza la integridad estructural de los ladrillos.

9). Mediante un muestreo al azar, se seleccionarán los especímenes para someterlos a ensayos a absorción de humedad y compresión, en un laboratorio de ensayo de materiales; y para ello se aplicará un Diseño completamente al Azar (DCA), puesto que las muestras se tomarán aleatoriamente de cada tratamiento aplicado para esta investigación.

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual resulta pertinente debido a la relativa uniformidad del material experimental utilizado durante la elaboración de las unidades de ladrillo artesanal. Asimismo, este diseño fue seleccionado considerando que la investigación se orienta a evaluar el efecto de un solo factor experimental, correspondiente al porcentaje de vidrio reciclado incorporado en la mezcla. Bajo este enfoque, se analizó la influencia de dicho factor sobre las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal, específicamente la resistencia a la compresión y la absorción, permitiendo que las variaciones observadas en los resultados sean atribuidas directamente a los diferentes niveles de vidrio reciclado y no a fuentes externas de variabilidad, por lo tanto, quedo el diseño representado de la siguiente manera:

Tabla 4

Diseño Completamente al Azar (DCA) para 4 dosificaciones y 5 repeticiones por tratamiento.

	T1	T 2	T3	T4	
Repeticiones	0%	10%	20%	30%	TOTAL
1	Y_1	Y_6	Y_{11}	Y_{16}	
2	Y_2	Y_7	Y_{12}	Y_{17}	
3	Y_3	Y_8	Y_{13}	Y_{18}	
4	Y_4	Y_9	Y_{14}	Y_{19}	
5	Y_5	Y_{10}	Y_{15}	Y_{20}	
Suma					
Media					
Varianz.					

Nota. Elaboración propia, 2024.

Modelo estadístico del Diseño Completamente al Azar (DCA)

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

A_i = Efecto del i-ésimo tratamiento sobre el promedio general

μ = Efecto de la media general.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

Y_{ij} = Variable aleatoria de respuesta asociada a la ij - ésima unidad experimental.

2.6.5. Instrumentos de recolección de datos

- **Protocolos de seguridad:** Se usarán protocolos detallados que servirán como guía en la adecuada utilización de los EPP, durante todas las fases de la investigación. Estos protocolos se centrarán en garantizar la seguridad y bienestar de todos los involucrados, minimizando los peligros relacionados con el empleo de equipos y herramientas.
- **Guía para el ensayo de materiales:** Se seguirá una guía que proporcionará instrucciones detalladas sobre la realización de las pruebas de laboratorio necesarios para caracterizar el suelo utilizado en la fabricación de los ladrillos.
- **Cuaderno de recopilación de datos:** Se usará un cuaderno especialmente diseñado para registrar de manera sistemática todos los datos y la información relevante recopilada durante el curso de la investigación. Este instrumento facilitará la organización y el seguimiento de los datos, asegurando su disponibilidad y accesibilidad para su posterior análisis y evaluación.
- **Norma E.070:** Se consultará la Norma E.070 como referencia clave para guiar el procedimiento de elaboración del ladrillo artesanal de acuerdo con los patrones estipulados por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- **Formatos de apuntes de laboratorio:** Se diseñarán formatos específicos que servirán como herramientas para registrar y organizar los datos recopilados durante las actividades de campo y laboratorio.

2.6.6. Análisis de datos

Los resultados se analizarán empleando estadística inferencial a un nivel de confianza del 95%, utilizando tablas, gráficos de barras, etc., y para ello se aplicarán los siguientes métodos estadísticos:

- Prueba de normalidad (Test Shapiro-Wilk).
- Test de Levene
- Análisis de varianza asociado al DCA.

Tabla 5

ANOVA asociado al Diseño Completamente al Azar (DCA).

F. V.	Sumatoria de Cuadrados	Grado de Libertad	Cuadros Medios	$F_{calculada}$	$F_{tabulada}$
Tratamientos	$SCT = r \sum_{i=1}^t (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})^2$	$t - 1$	$CMT = \frac{SCT}{t - 1}$	$\frac{CMT}{CME}$	$F_{glE,\alpha}^{glT}$
Error experimental	$SCE = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2$	$t(r - 1)$	$CME = \frac{SCE}{T(t - 1)}$		
Total	$SCTotal = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$	$rt - 1$			

Fuente: elaboración propia (2024).

Nota: Si el $F_{calculado} > F_{tabular}$, se confirma que existe diferencia significativa entre los grupos ensayados y por lo tanto, uno o más grupos son superiores a los demás estadísticamente, aprobándose la hipótesis alterna e impugnándose la hipótesis nula y viceversa.

Hipótesis Nula (H_0): Todas las medias son semejantes.

Hipótesis Alterna (H_1): Existen medias diferentes.

- Método Dunnett.

Considerando que en esta investigación se ensayará un grupo control (0% de vidrio reciclado) para determinar si los tratamientos propuestos con otras dosificaciones superan al ladrillo tradicional de uso común. Para la determinación de su superioridad se procesarán

los datos aplicando el Método de Dunnett, ya que específicamente esta metodología se utiliza de manera fundamental para contrastar todos los tratamientos con el testigo, detectando todos los grupos que poseen el mismo o diferente nivel de significancia estadística.

Formula generalizada del Método de Dunnett

$$T_d = \frac{M_I - M_C}{\sqrt{\frac{2MSE}{n_h}}}$$

Donde:

M_i = Es la media del grupo experimental.

M_c = Es la media del grupo de control.

MSE = Es el error cuadrático medio del análisis de la varianza.

N_h = Es la media armónica de los tamaños de las muestras del tratamiento comparado y el testigo.

III. RESULTADOS

3.1. Resistencia a la compresión del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado.

Tabla 6

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²).

N°	0%	10%	20%	30%
1	56.77	71.58	73.43	78.08
2	56.47	72.95	71.37	79.54
3	54.89	71.46	73.09	77.36
4	57.01	73.20	72.94	77.80
5	53.50	69.89	71.85	77.52
Promedio	55.73	71.82	72.54	78.06

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera *Shanango*, Jaén 2024.

La tabla 6 muestra que los ensayos de resistencia a la compresión realizados en las unidades de albañilería artesanal fabricadas con distintas proporciones de vidrio triturado muestran una tendencia ascendente en la resistencia conforme aumenta el porcentaje de vidrio reciclado incorporado a la mezcla.

El ladrillo patrón (0 %) obtuvo una resistencia promedio de 55.73 kg/cm², cumpliendo con los valores mínimos establecidos por la Norma Técnica E.070 “Albañilería”, que exige ≥ 50 kg/cm² para unidades de tipo artesanal.

Al incorporar 10 % de vidrio reciclado, la resistencia aumentó a 71.82 kg/cm², evidenciando una mejora del 28.8 % respecto al patrón, atribuida a una mejor compactación interna y fusión del vidrio con la matriz arcillosa durante la cocción.

Con el 20 % de adición, la resistencia se mantuvo en niveles similares (72.54 kg/cm²), confirmando la estabilidad estructural del material y una adecuada cohesión entre partículas. Finalmente, la mezcla con 30 % de vidrio reciclado alcanzó el valor máximo de 78.06 kg/cm², representando un incremento global del 40 % en comparación con la muestra patrón, lo que demuestra que dicho porcentaje optimiza las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal. Por tanto, se concluye que la adición del 30 % de vidrio reciclado constituye el nivel óptimo de reemplazo, mejorando la resistencia a la compresión sin

comprometer la integridad física del producto, lo cual favorece su uso en albañilería no estructural de buena calidad en la zona de Jaén – Cajamarca.

Tabla 7

Pruebas de normalidad de la variable resistencia a compresión.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadís tico	gl	Sig.	Estadís tico	gl	Sig.
0%_Patron	,290	5	,196	,868	5	,258
10%_Mezcla	,203	5	,200*	,924	5	,553
20%_Mezcla	,277	5	,200*	,898	5	,400
30%_Mezcla	,291	5	,193	,825	5	,128

*. *Esto es un límite inferior de la significación verdadera.*

a. *Corrección de significación de Lilliefors*

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

La tabla 7 muestra la normalidad de la resistencia a compresión (kg/cm²) para las proporciones de vidrio reciclado (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) se verificándose mediante la prueba de Shapiro-Wilk con $\alpha = 0,05$ y $n = 5$ por grupo. Se estableció H_0 : los datos siguen una distribución normal, frente a H_1 : no la siguen. Los resultados fueron: 0 % ($W = 0,868$; $p = 0,258$), 10 % ($W = 0,924$; $p = 0,553$), 20 % ($W = 0,898$; $p = 0,400$) y 30 % ($W = 0,825$; $p = 0,128$). Dado que $p > 0,05$ en todos los casos, no se rechaza H_0 , por lo que se asume distribución normal en cada formulación. Este cumplimiento permite el uso de pruebas paramétricas como ANOVA. La prueba de Kolmogórov-Smirnov se descartó por su menor potencia en muestras pequeñas.

Tabla 8

Pruebas de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión.

Estadístico de Levene			gl1	gl2	Sig.
Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Se basa en la media	1,233	3	16	,330
	Se basa en la mediana	,403	3	16	,753
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,403	3	12,320	,753
	Se basa en la media recortada	1,196	3	16	,343

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

La tabla 8 muestra la homogeneidad de varianzas en la resistencia a compresión (kg/cm²) entre los cuatro grupos (0 %, 10 %, 20 % y 30 % de vidrio reciclado) se examinó mediante la prueba de Levene con $\alpha = 0,05$. Se evaluaron cuatro variantes: basada en la media ($F = 1,233$; $gl1 = 3$, $gl2 = 16$; $p = 0,330$), en la mediana ($F = 0,403$; $gl1 = 3$, $gl2 = 16$; $p = 0,753$), en la mediana con grados de libertad ajustados ($F = 0,403$; $gl1 = 3$, $gl2 = 12,320$; $p = 0,753$) y en la media recortada ($F = 1,196$; $gl1 = 3$, $gl2 = 16$; $p = 0,343$). Dado que todos los p-valores superaron 0,05, no se rechazó la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por consiguiente, se confirmó la homocedasticidad entre los grupos, cumpliendo el supuesto requerido para aplicar ANOVA paramétrico.

Tabla 9

Anova resistencia a compresión (Kg/cm2).

F. Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1387,589	3	462,530	333,672	,000
Dentro de grupos	22,179	16	1,386		
Total	1409,768	19			

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

La tabla 9 determina si la proporción de vidrio reciclado (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) generaba diferencias significativas en la resistencia a compresión de los ladrillos artesanales, se realizó un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) con un nivel de significancia de α

= 0,05. Se planteó la hipótesis nula (H_0) de que las medias de resistencia eran iguales entre todos los grupos, frente a la hipótesis alternativa (H_1) de que al menos una media difería de las demás. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad (mediante Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (mediante Levene), ambos cumplidos con $p > 0,05$ en todas las evaluaciones.

Los resultados del ANOVA mostraron: la suma de cuadrados entre grupos fue de 1387,589 ($gl = 3$), con una media cuadrática de 462,530; dentro de los grupos, la suma de cuadrados alcanzó 22,179 ($gl = 16$), resultando en una media cuadrática de 1,386. El estadístico F calculado fue de 333,672, con un p-valor de 0,000. Dado que este valor fue inferior a 0,05, se rechazó H_0 con un 95 % de confianza, concluyéndose que existieron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a compresión entre las distintas proporciones de vidrio incorporado. Este hallazgo respaldó la influencia positiva y diferenciada del vidrio reciclado como modificador estructural en la matriz cerámica.

Tabla 10

Comparaciones múltiples de la prueba Dunnett para resistencia a la compresión.

(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
"10%"	"0%"- Patron	16,08800*	,74463	,000	14,1577	18,0183
"20%"	"0%"- Patron	16,80800*	,74463	,000	14,8777	18,7383
"30%"	"0%"- Patron	22,33200*	,74463	,000	20,4017	24,2623

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

La tabla 10 confirma la existencia de diferencias significativas en la resistencia a compresión entre las distintas proporciones de vidrio reciclado, se realizando pruebas post hoc de Dunnett (bilaterales, $\alpha = 0,05$) para comparar cada mezcla (10 %, 20 % y 30 %) exclusivamente con el ladrillo patrón (0 % de vidrio, grupo control). Esta metodología permitió aislar el efecto específico de cada nivel de sustitución, manteniendo el control del error tipo I.

Los resultados revelaron incrementos estadísticamente significativos en todos los casos: la formulación con 10 % de vidrio superó al control en 16,09 kg/cm² (EE = 0,745; $p < 0,001$; IC 95 %: 14,16 – 18,02), la de 20 % lo hizo en 16,81 kg/cm² (EE = 0,745; $p < 0,001$; IC 95 %: 14,88 – 18,74) y la de 30 % alcanzó la mayor diferencia, con 22,33 kg/cm² (EE = 0,745; $p < 0,001$; IC 95 %: 20,40 – 24,26). La progresión ascendente en las diferencias de medias de 16,09 a 22,33 kg/cm²— evidenció una relación dosis-dependiente clara: a mayor incorporación de vidrio molido, mayor refuerzo mecánico respecto al ladrillo base. En particular, el 30 % de sustitución generó la mejora más pronunciada (≈ 40 % sobre el patrón), consolidándose como el nivel óptimo dentro del rango evaluado. Dado que todos los intervalos de confianza excluyeron el cero, se descartó cualquier variación atribuible al azar, reforzando la acción vitrificante y densificante del vidrio reciclado como factor determinante en el desempeño estructural del ladrillo artesanal.

Tabla 11

Comparaciones múltiples de la prueba Tukey para la resistencia a la compresión.

HSD Tukey^a				
Dosis	N	Subconjunto para $\alpha = 0.05$		
		1	2	3
"0%"	5	55,7280		
"10%"	5		71,8160	
"20%"	5		72,5360	
"30%"	5			78,0600
Sig.		1,000	,770	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

En la tabla 11, con el propósito de establecer grupos de rendimiento homogéneo entre las formulaciones ensayadas, se llevó a cabo la prueba post hoc de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$) sobre los valores de resistencia a compresión, empleando la media armónica del tamaño muestral ($n = 5$). Este análisis clasificó las cuatro condiciones experimentales en tres niveles diferenciados de desempeño mecánico: el ladrillo de referencia sin vidrio (0 %) registró una media de 55,73 kg/cm², constituyendo un subconjunto aislado. Las mezclas con 10 % (71,82

kg/cm²) y 20 % (72,54 kg/cm²) de vidrio molido formaron un segundo bloque homogéneo, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($p = 0,770$). Finalmente, la composición con 30 % de vidrio (78,06 kg/cm²) se ubicó en un tercer estrato exclusivo, superior a todos los demás. Las probabilidades asociadas a cada subconjunto (1,000 para los extremos y 0,770 para el intermedio) corroboraron que las mejoras entre 10 % y 20 % resultaron equivalentes desde el punto de vista estadístico, mientras que el 30 % marcó un salto estructural distintivo. Esta estratificación no solo confirmó la tendencia progresiva del refuerzo inducido por el vidrio reciclado, sino que delimitó con precisión el punto de inflexión óptimo: la sustitución al 30 % genera un rendimiento mecánico único y no superpuesto con los niveles previos, consolidándose como la formulación de mayor eficiencia dentro del rango estudiado. De esta forma, el procedimiento de Tukey HSD aportó una visión jerárquica y operativa del impacto dosis-dependiente del material vitrificante en la matriz cerámica artesanal.

3.2. Absorción del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado

Tabla 12

Resumen de los Resultados del ensayo de absorción y comparación con la Norma E.070.

Muestra	Porcentaje de vidrio reciclado (%)	Absorción promedio (%)	Condición según Norma E.070
Patrón (sin adición)	0 %	13.99	Aceptable
Mezcla con adición	10 %	13.40	Aceptable
Mezcla con adición	20 %	12.81	Aceptable
Mezcla con adición	30 %	12.23	Aceptable

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

En la tabla 12 se muestra que el ensayo de absorción permitió evaluar la capacidad de retención de agua de los ladrillos artesanales elaborados con diferentes proporciones de vidrio triturado. Los resultados muestran una disminución progresiva del porcentaje de absorción conforme aumenta el contenido de vidrio reciclado, lo cual indica una mejora en

la densificación y compactación del material. La muestra patrón (0 %) registró una absorción promedio de 13.99 %, considerada aceptable para ladrillos tipo I, de acuerdo con la Norma E.070 “Albañilería”, la cual no establece un límite máximo específico para este tipo, pero sí recomienda valores por debajo del 18 % para garantizar buena durabilidad y menor porosidad. Con la adición del 10 % de vidrio, la absorción se redujo a 13.40 %, y al 20 % descendió hasta 12.81 %, evidenciando una tendencia estable. El mejor desempeño se obtuvo con la adición del 30 % de vidrio reciclado, donde la absorción alcanzó su valor mínimo de 12.23 %, representando una reducción total del 12.6 % respecto a la muestra patrón. Esta mejora se atribuye a la naturaleza vítrea del material reciclado, que al fundirse parcialmente durante la cocción actúa como un agente impermeabilizante dentro de la masa cerámica, reduciendo la cantidad de poros abiertos y, por tanto, la capacidad de absorción de agua del ladrillo.

Tabla 13

Pruebas de normalidad de la variable absorción.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0%. Patrón	,156	5	,200*	,960	5	,808
10%. Mezcla	,269	5	,200*	,886	5	,336
20%. Mezcla	,166	5	,200*	,962	5	,821
30%. Mezcla	,197	5	,200*	,958	5	,792

*. *Esto es un límite inferior de la significación verdadera.*

a. *Corrección de significación de Lilliefors*

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

En la tabla 13, la normalidad de la absorción (%) para las proporciones de vidrio reciclado (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk con $\alpha = 0,05$ y $n = 5$ por grupo. Se planteó H_0 : los datos siguen una distribución normal, frente a H_1 : no la siguen. Los resultados fueron: 0 % ($W = 0,960$; $p = 0,808$), 10 % ($W = 0,886$; $p = 0,336$), 20 % ($W = 0,962$; $p = 0,821$) y 30 % ($W = 0,958$; $p = 0,792$). Al obtener $p > 0,05$ en todos los casos, no se rechaza H_0 , por lo que se asume distribución normal en cada formulación. Este cumplimiento habilita el empleo de pruebas paramétricas como ANOVA.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov se descartó por su limitada sensibilidad en muestras pequeñas.

Tabla 14

Pruebas de homogeneidad de varianzas para la absorción.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Ensayo de Absorción (%)	Se basa en la media	,509	3	16	,682
	Se basa en la mediana	,258	3	16	,854
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,258	3	12,996	,854
	Se basa en la media recortada	,481	3	16	,700

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

En la tabla 14, la homogeneidad de varianzas en la absorción (%) entre los cuatro niveles de vidrio reciclado (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) se comprobó mediante la prueba de Levene con $\alpha = 0,05$. Se analizaron cuatro enfoques: basado en la media ($F = 0,509$; $gl1 = 3$, $gl2 = 16$; $p = 0,682$), en la mediana ($F = 0,258$; $gl1 = 3$, $gl2 = 16$; $p = 0,854$), en la mediana con grados de libertad ajustados ($F = 0,258$; $gl1 = 3$, $gl2 = 12,996$; $p = 0,854$) y en la media recortada ($F = 0,481$; $gl1 = 3$, $gl2 = 16$; $p = 0,700$). Al registrar p-valores superiores a 0,05 en todas las modalidades, no se rechazó la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, se verificó la homocedasticidad entre los grupos, satisfaciendo el supuesto necesario para proceder con el análisis de varianza (ANOVA) paramétrico en esta variable hídrica.

Tabla 15

Anova ensayo de absorción (%).

F. Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8,632	3	2,877	83,905	,000
Dentro de grupos	,549	16	,034		
Total	9,181	19			

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

En la tabla 15 se evaluó si la incorporación de vidrio reciclado (0 %, 10 %, 20 % y 30 %) modificaba significativamente la absorción de agua en los ladrillos artesanales, se aplicó un

análisis de varianza unifactorial (ANOVA) con $\alpha = 0,05$. Se formuló la hipótesis nula (H_0) de igualdad de medias entre los grupos, frente a la alternativa (H_1) de que al menos una media difería. Los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene) se cumplieron previamente con $p > 0,05$.

El ANOVA arrojó los siguientes valores: suma de cuadrados entre grupos de 8,632 ($gl = 3$), media cuadrática de 2,877; suma de cuadrados dentro de los grupos de 0,549 ($gl = 16$), con media cuadrática de 0,034. El estadístico F resultó en 83,905, con $p = 0,000$. Al ser este valor inferior a 0,05, se rechazó H_0 , demostrándose que las diferencias en absorción entre las proporciones de vidrio fueron estadísticamente significativas. Este resultado confirmó que el vidrio molido actuó como agente reductor de la porosidad capilar, disminuyendo progresivamente la capacidad hídrica del ladrillo a medida que aumentó su contenido en la mezcla.

Tabla 16

Comparaciones múltiples de la prueba Dunnett para absorción.

T de Dunnett (bilateral)^a						
(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
"10% Mezcla	"0%"- Patron	-,59000*	,11712	,000	-,8936	-,2864
"20% - Mezcla	"0%"- Patron	-1,18000*	,11712	,000	-1,4836	-,8764
"30% Mezcla	"0%"- Patron	-1,76200*	,11712	,000	-2,0656	-1,4584

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

En la tabla 16, tras rechazar la hipótesis nula en el ANOVA para la absorción ($F = 83,905$; $p < 0,001$), se emplearon pruebas post hoc de Dunnett (bilaterales, $\alpha = 0,05$) para comparar cada formulación con vidrio (10 %, 20 % y 30 %) exclusivamente contra el ladrillo patrón (0 %, grupo control). Este enfoque permitió cuantificar la reducción específica de la absorción hídrica atribuible a cada nivel de sustitución.

Los resultados mostraron disminuciones progresivas y estadísticamente significativas:

10 % vs. 0 %: reducción de 0,59 % (EE = 0,117; $p < 0,001$; IC 95 %: -0,89 a -0,29).

20 % vs. 0 %: reducción de 1,18 % (EE = 0,117; $p < 0,001$; IC 95 %: -1,48 a -0,88).

30 % vs. 0 %: reducción de 1,76 % (EE = 0,117; $p < 0,001$; IC 95 %: -2,07 a -1,46).

La magnitud creciente de las diferencias (0,59 $\rightarrow$ 1,18 $\rightarrow$ 1,76 %) evidenció una relación inversa dosis-dependiente: a mayor proporción de vidrio reciclado, menor permeabilidad al agua respecto al control. En particular, el 30 % de vidrio logró la mayor compactación capilar, reduciendo la absorción en un 12,6 % relativo frente al patrón.

Tabla 17

Comparación múltiple de la prueba Tukey para *absorción*.

HSD Tukey^a					
Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
"30% -Mezcla	5	12,2280			
"20% -Mezcla	5		12,8100		
"10% -Mezcla	5			13,4000	
"0%" -Patron	5				13,9900
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.					

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio – Cantera Shanango, Jaén 2024.

En la tabla 17, se precisa los niveles diferenciados de absorción hídrica entre las formulaciones, se aplicó la prueba post hoc de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$) empleando la media armónica del tamaño muestral ($n = 5$). El análisis generó cuatro subconjuntos homogéneos completamente independientes, lo que refleja una jerarquía estricta sin solapamientos:

- Subconjunto 1: 30 % de vidrio (media = 12,23 %).
- Subconjunto 2: 20 % de vidrio (media = 12,81 %).
- Subconjunto 3: 10 % de vidrio (media = 13,40 %).
- Subconjunto 4: 0 % de vidrio – patrón (media = 13,99 %).

La significancia intra-subconjunto fue 1,000 en todos los casos, confirmando que cada proporción de vidrio produjo un nivel de absorción estadísticamente distinto. Esta separación total de los grupos evidencia una relación inversa lineal y monotónica: cada

incremento del 10 % en vidrio redujo la porosidad capilar de manera diferenciada y acumulativa, culminando en la máxima compactación al 30 %.

3.3. Variación dimensional y el alabeo del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado

Tabla 18

Resultados del ensayo de variación dimensional y alabeo según porcentaje de vidrio reciclado.

Tratamiento	Variabilidad dimensional			Alabeo máx. (mm)	Condición (Norma E.070)
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)		
0 % (patrón)	0.13 %	2.07 %	2.30 %	0.08	Aceptable
10 % vidrio	-1.05 %	1.21 %	2.35 %	0.06	Aceptable
20 % vidrio	-0.89 %	0.39 %	2.30 %	0.06	Aceptable
30 % vidrio	-0.65 %	0.71 %	2.50 %	0.06	Aceptable

Nota. Elaboración propia a partir de ensayos de laboratorio – Cantera *Shanango*, Jaén 2024.

La tabla 18 demuestra que los resultados del ensayo de variación dimensional evidencian que las unidades de ladrillo artesanal, tanto en su estado patrón como con adiciones de vidrio reciclado, se encuentran dentro de los límites permitidos por la Norma E.070 “Albañilería”, la cual establece tolerancias de ± 4 % en largo, ± 6 % en ancho y ± 8 % en alto.

En la muestra patrón (0 %) se registraron pequeñas desviaciones (0.13 %, 2.07 % y 2.30 %), lo que indica una buena uniformidad en el proceso de moldeado y cocción. Sin embargo, al incorporar vidrio reciclado, se observa una reducción progresiva en la variación dimensional, especialmente en el ancho y largo de las piezas.

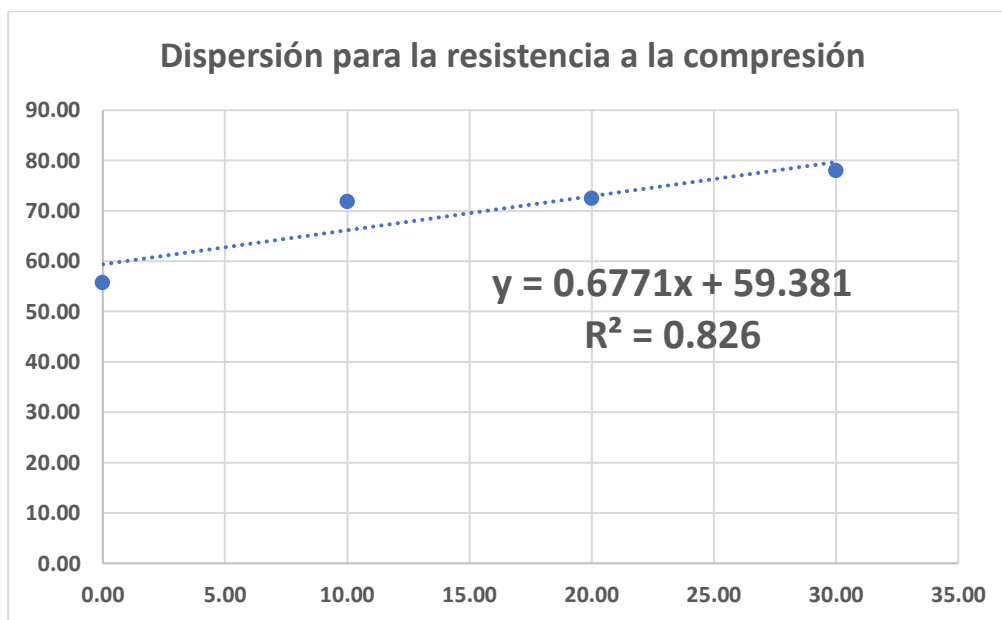
La mezcla con 20 % de vidrio reciclado mostró la menor variabilidad, con valores de -0.89 % en largo y 0.39 % en ancho, lo que sugiere una mayor estabilidad térmica y dimensional durante el proceso de secado y cocción. Respecto al ensayo de alabeo, los valores medidos de deformación superficial oscilaron entre 0.06 y 0.08 mm, todos por debajo del límite máximo permitido de 10 mm según la misma norma técnica. Esto significa que no se presentaron curvaturas ni torsiones significativas en las caras del ladrillo, garantizando una buena planeidad y calidad geométrica del producto final. En conclusión, la adición de vidrio reciclado entre 10 % y 30 % mantiene la variación dimensional y el alabeo dentro de rangos óptimos, cumpliendo con los criterios de aceptación establecidos

por la Norma E.070, lo que confirma la viabilidad técnica del uso del vidrio triturado como aditivo en la producción de ladrillos artesanales de buena calidad y estabilidad geométrica.

3.4. Relación entre la cantidad de vidrio reciclado y la resistencia a la compresión y absorción en el ladrillo artesanal

Figura 1

Dispersión de la correlación de Pearson la resistencia a la compresión.



Fuente: elaboración propia (2025).

$$\text{Coef. Pearson } (r) = 0.908871547$$

$$R^2 = r^2$$

$$R^2 = (0.90887155)^2$$

$$R^2 = 0.82604749$$

La figura 1 muestra que, considerando que los datos de resistencia a la compresión presentan una distribución normal, entonces se aplicó la correlación de Pearson por ser una prueba paramétrica. Dicho análisis evidenció un coeficiente $r = 0.909$, lo cual indica la existencia de una relación positiva muy fuerte entre la dosificación de vidrio reciclado y la resistencia a la compresión del ladrillo artesanal. Este resultado pone de manifiesto que el

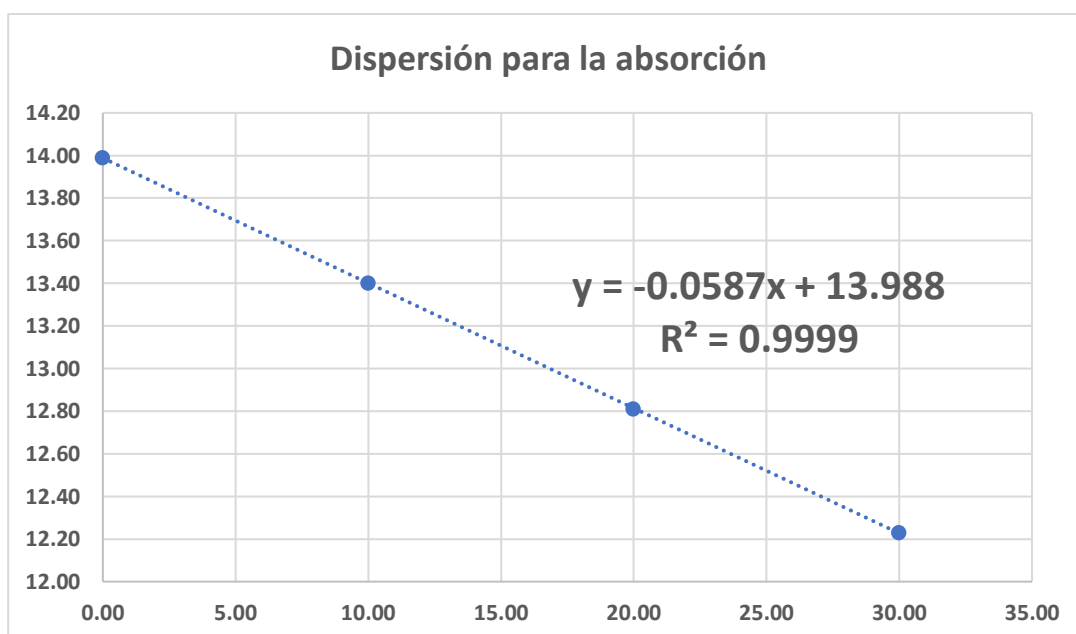
incremento progresivo del porcentaje de vidrio reciclado se asocia directamente con un aumento sostenido de la resistencia mecánica del material.

Asimismo, el coeficiente de determinación obtenido, $R^2 = 0.826$, señala que el 82.6 % de la variabilidad observada en la resistencia a la compresión del ladrillo artesanal es explicada por la variación en la dosificación de vidrio reciclado, lo que confirma que este factor ejerce una influencia predominante en el comportamiento mecánico del ladrillo dentro del rango de estudio.

Desde el punto de vista estadístico, este elevado valor de R^2 refleja una adecuada capacidad explicativa del modelo lineal planteado, mientras que, desde el enfoque técnico, los resultados sugieren que la incorporación de vidrio reciclado contribuye a una mayor densificación y rigidez de la matriz del ladrillo, favoreciendo una mejor distribución de esfuerzos bajo carga de compresión. En consecuencia, la dosificación de vidrio reciclado se consolida como un parámetro relevante en el diseño y optimización del ladrillo artesanal, al incidir de manera directa y consistente en su desempeño mecánico.

Figura 2

Dispersión de la correlación de Pearson la absorción.



Fuente: elaboración propia (2025).

$$\text{Coef. Pearson (r)} = -0.9999$$

$$R^2 = r^2$$

$$R^2 = (-0.9999)^2$$

$$R^2 = 0.9999$$

La figura 2 muestra que el análisis de correlación de Pearson aplicado a los resultados de absorción evidenció un coeficiente $r = -0.9999$, lo cual indica la existencia de una relación negativa extremadamente fuerte entre la dosificación de vidrio reciclado y la absorción del ladrillo artesanal. Este resultado demuestra que el incremento progresivo del porcentaje de vidrio reciclado se asocia directamente con una disminución continua y sistemática de la absorción del material.

Asimismo, el coeficiente de determinación obtenido, $R^2 = 0.9999$, señala que aproximadamente el 99.99 % de la variabilidad observada en la absorción del ladrillo artesanal es explicada por la variación en la dosificación de vidrio reciclado, evidenciando una capacidad explicativa prácticamente total del modelo lineal planteado. Desde el punto de vista estadístico, este valor elevado de R^2 confirma que la absorción depende casi exclusivamente del contenido de vidrio reciclado dentro del rango analizado.

Desde el enfoque técnico, este comportamiento se atribuye a la reducción progresiva de la porosidad abierta del ladrillo, producto del efecto de relleno generado por las partículas de vidrio, lo que limita la capacidad de absorción de agua. En consecuencia, la incorporación de vidrio reciclado se consolida como un factor determinante para mejorar el desempeño físico del ladrillo artesanal, al contribuir de manera directa a la disminución de la absorción y, por ende, a una mayor durabilidad del material.

IV. DISCUSIÓN

Resistencia a la compresión del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado

Los resultados de la presente investigación demuestran que la incorporación progresiva de vidrio reciclado triturado en la fabricación del ladrillo artesanal genera un incremento sostenido de la resistencia a la compresión. El ladrillo patrón alcanzó una resistencia promedio de 55.73 kg/cm², mientras que las dosificaciones con 10 %, 20 % y 30 % de vidrio registraron valores de 71.82 kg/cm², 72.54 kg/cm² y 78.06 kg/cm², respectivamente. El análisis estadístico mediante ANOVA confirmó diferencias significativas entre los tratamientos, y la prueba de Dunnett evidenció que todas las mezclas con vidrio reciclado superan significativamente al patrón, lo que confirma la influencia directa del vidrio sobre el comportamiento mecánico del ladrillo.

Estos resultados guardan una clara concordancia con los hallazgos reportados por Chew et al. (2025), quienes observaron que la incorporación de hasta 20 % de vidrio reciclado en ladrillos cerámicos incrementa la resistencia a la compresión en aproximadamente 29.4 %, atribuyendo este comportamiento a la reducción de la porosidad y al aumento de la densidad del material tras la cocción. De manera similar, Mirosavljević et al. (2023) reportaron incrementos significativos de la resistencia a la compresión al aumentar el contenido de vidrio hasta 30 %, alcanzando valores de 35.59 MPa, lo que demuestra que el vidrio actúa como una fase inerte rígida que favorece la densificación de la matriz cerámica. Asimismo, Hasan et al. (2021) evidenciaron aumentos de hasta 42 % en la resistencia a la compresión con dosificaciones de vidrio cercanas al 30 %, explicando este efecto por la formación de una fase vítrea durante la cocción que mejora la cohesión interna del ladrillo.

Además, estos hallazgos también se alinean con los reportados por Perea (2024) y Zurita (2021), quienes identificaron incrementos significativos de la resistencia a la compresión con porcentajes intermedios y altos de vidrio reciclado, destacando que existe un rango óptimo de dosificación donde se maximizan las propiedades mecánicas. En conjunto, la evidencia confirma que la incorporación de vidrio reciclado triturado es una estrategia técnicamente viable para mejorar la resistencia a la compresión del ladrillo artesanal, sin comprometer su desempeño estructural.

Absorción del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado

Los resultados obtenidos evidencian una disminución progresiva de la absorción de agua conforme se incrementa el porcentaje de vidrio reciclado en la mezcla. El ladrillo patrón presentó una absorción de 13.99 %, mientras que las dosificaciones de 10 %, 20 % y 30 % registraron valores decrecientes de 13.40 %, 12.81 % y 12.23 %, respectivamente. El análisis estadístico confirmó diferencias significativas entre tratamientos, y la prueba de Tukey estableció un orden claro de desempeño, sin equivalencias estadísticas, lo que demuestra un efecto directo del vidrio reciclado sobre esta propiedad física.

Este comportamiento coincide con lo reportado por Hasan et al. (2021), quienes observaron una reducción progresiva de la absorción de agua al incrementar el contenido de vidrio hasta 40 %, explicando que el vidrio funde parcialmente durante la cocción y actúa como fase sellante, reduciendo la porosidad abierta del ladrillo. De manera similar, Chew et al. (2025) reportaron disminuciones de hasta 24.6 % en la absorción con 20 % de vidrio reciclado, asociando este efecto a una mayor densificación del material. Asimismo, Mirosavljević et al. (2023) indicaron que el aumento de vidrio reciclado conduce a una estructura interna más compacta, lo que limita la capacidad de absorción del agua.

Asimismo, Quichca y Sencia (2025) y Perea (2024) reportaron reducciones significativas de la absorción de agua en ladrillos ecológicos con vidrio reciclado, confirmando que este comportamiento es consistente en distintos tipos de unidades de albañilería. Desde una perspectiva técnica, la reducción de la absorción observada en la presente investigación implica una mejora potencial en la durabilidad del ladrillo frente a la acción de la humedad, reforzando la calidad física del material y su idoneidad para aplicaciones constructivas.

Variación dimensional y el alabeo del ladrillo artesanal producido con vidrio triturado

Los resultados del ensayo de variación dimensional y alabeo evidencian que la incorporación de vidrio reciclado triturado en proporciones de 10 %, 20 % y 30 % no genera efectos adversos sobre la estabilidad geométrica de los ladrillos artesanales. Todas las unidades producidas, tanto el patrón como las mezclas con vidrio, cumplieron con los límites establecidos por la Norma E.070 en cuanto a tolerancias dimensionales y alabeo máximo, lo que indica que el vidrio reciclado no compromete la regularidad dimensional ni la planeidad de las unidades.

Estos resultados son coherentes con los hallazgos de Sánchez (2021), quien evaluó ladrillos de arcilla con hasta 15 % de vidrio pulverizado y reportó que todas las unidades cumplieron con los requisitos normativos de variación dimensional y alabeo, demostrando que la adición de vidrio no afecta negativamente la estabilidad geométrica. De igual forma, Perea (2024) identificó que las dosificaciones con mayor contenido de vidrio presentaron incluso mejores comportamientos en alabeo y variación dimensional, atribuyendo este efecto a una reducción de la fracción arcillosa activa responsable de las deformaciones volumétricas. Asimismo, Zurita (2021) observó que la incorporación de vidrio reciclado contribuye a una contracción más uniforme durante el secado y la cocción, siempre que el proceso de fabricación sea adecuadamente controlado.

Desde un enfoque técnico, el vidrio reciclado actúa como un material no plástico y dimensionalmente estable, lo que limita las deformaciones excesivas durante las etapas de secado y cocción. En consecuencia, los resultados confirman que la incorporación de vidrio reciclado triturado mantiene la estabilidad geométrica del ladrillo artesanal, cumpliendo con los criterios normativos y favoreciendo la calidad dimensional del producto final.

Relación entre la cantidad de vidrio reciclado y la resistencia a la compresión y absorción en el ladrillo artesanal

El análisis de correlación realizado en la presente investigación permitió establecer una relación clara entre la cantidad de vidrio reciclado incorporado y las propiedades de resistencia a la compresión y absorción del ladrillo artesanal. Para la resistencia a la compresión se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson $r = 0.9089$, lo que indica una relación positiva muy fuerte, mientras que el coeficiente de determinación $R^2 = 0.826$ demuestra que el 82.6 % de la variabilidad de la resistencia es explicada por el porcentaje de vidrio reciclado. En el caso de la absorción, el coeficiente de correlación fue $r = -0.9999$, evidenciando una relación negativa casi perfecta, y un $R^2 = 0.9999$, lo que indica que prácticamente toda la variación de la absorción depende del contenido de vidrio.

Los estudios de Chew et al. (2025), Hasan et al. (2021) y Mirosavljević et al. (2023) describen tendencias claras y consistentes donde el aumento del contenido de vidrio se asocia simultáneamente con incrementos de la resistencia a la compresión y reducciones de la absorción, lo cual respalda indirectamente las relaciones estadísticas obtenidas en esta investigación. Asimismo, Xin et al. (2021), a partir de una revisión de múltiples estudios

experimentales, identificaron relaciones funcionales entre el contenido de vidrio reciclado, la densificación de la matriz cerámica y la mejora de las propiedades mecánicas y físicas, lo que sustenta conceptualmente la correlación observada.

En conjunto, los resultados confirman que existe una relación directa y técnicamente sustentada entre la cantidad de vidrio reciclado y la mejora del desempeño mecánico del ladrillo, así como una relación inversa con la absorción de agua. Esto demuestra que el vidrio reciclado no solo representa una alternativa ambientalmente responsable, sino también un material funcional que contribuye de manera significativa a la optimización de las propiedades del ladrillo artesanal.

.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La incorporación de vidrio reciclado triturado mejora significativamente la resistencia a la compresión y reduce la absorción del ladrillo artesanal. El ladrillo patrón (0 %) alcanzó 55.73 kg/cm² de resistencia y 13.99 % de absorción, mientras que con 30 % de vidrio reciclado la resistencia aumentó a 78.06 kg/cm² y la absorción disminuyó a 12.23 %, evidenciando una mejora conjunta de las propiedades mecánicas y físicas.
- La resistencia a la compresión aumenta conforme se incrementa el contenido de vidrio reciclado. El ladrillo sin vidrio presentó 55.73 kg/cm², mientras que con 10 %, 20 % y 30 % de vidrio se obtuvieron 71.82 kg/cm², 72.54 kg/cm² y 78.06 kg/cm², respectivamente, lo que representa un incremento máximo de 40.1 % respecto al patrón.
- La absorción de agua disminuye progresivamente con el aumento del vidrio reciclado. El ladrillo patrón presentó 13.99 %, mientras que las dosificaciones con 10 %, 20 % y 30 % registraron 13.40 %, 12.81 % y 12.23 %, respectivamente, alcanzándose una reducción máxima de 1.76 puntos porcentuales, asociada a una menor porosidad del material.
- La incorporación de 10 %, 20 % y 30 % de vidrio reciclado no afecta negativamente la variación dimensional ni el alabeo del ladrillo artesanal. Todas las unidades cumplieron con la Norma E.070, presentando desviaciones dimensionales menores al 3 % y un alabeo máximo de 0.08 mm, valor muy inferior al límite permitido de 10 mm.
- Existe una relación estadística fuerte entre el contenido de vidrio reciclado y las propiedades evaluadas. Para la resistencia a la compresión se obtuvo $r = 0.9089$ y $R^2 = 0.826$, indicando que el 82.6 % de su variación es explicada por el porcentaje de vidrio. En la absorción, se obtuvo $r = -0.9999$ y $R^2 = 0.9999$, evidenciando una relación inversa casi perfecta, confirmando que el vidrio reciclado es un factor determinante en la mejora integral del desempeño del ladrillo artesanal.

5.2. Recomendaciones

- Ampliar el rango de dosificaciones y tamaños de partícula del vidrio reciclado, evaluando porcentajes superiores al 30 % y diferentes granulometrías, con la finalidad de identificar dosificaciones óptimas que maximicen la resistencia mecánica sin afectar las propiedades físicas del ladrillo artesanal.
- Incorporar ensayos de durabilidad a largo plazo, tales como resistencia a ciclos de humedad–secado, ataque químico y carbonatación, a fin de evaluar el comportamiento del ladrillo con vidrio reciclado frente a condiciones ambientales reales de servicio.
- Analizar el comportamiento térmico y acústico de los ladrillos elaborados con vidrio reciclado, considerando su posible aplicación en edificaciones sostenibles, especialmente en zonas con variaciones climáticas significativas.
- Desarrollar estudios complementarios de viabilidad técnica y económica, que incluyan análisis de costos de producción y escalamiento industrial, con el propósito de evaluar la factibilidad de implementar el uso de vidrio reciclado en ladrilleras artesanales a mayor escala.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, K. (2013). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo king kong, del C.P. El cerrillo -Baños del Inca y Lark de Lambayeque*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/615/T%20666.737%20B517%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camacho, C. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo de concreto con reemplazo de vidrio por agregado fino y fluorita por agregado grueso en diferentes porcentajes, Cajamarca 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21256>
- Carpi, A. & Egger, A. (2008). La Experimentación en la Investigación Científica. *Visionlearning*. Vol. POS-1 (7), 2008. https://www.visionlearning.com/es/library/proceso-de-la-ciencia/49/la-experimentaci%C3%B3n-en-la-investigacion-cient%C3%ADfica/150#google_vignette
- Carvajal, L. (2013). *La inducción como método de investigación científico*. <https://lizardo-carvajal.com/la-induccion-como-metodo-de-investigacion-cientifica/>
- Carvajal, L. (2014). *El método deductivo de investigación*. Fomento de la práctica científica y literaria. <https://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>
- Cedillo, N. & Echevarría, E. (2021). Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto para la construcción de viviendas económicas y sociales. *Anales de Edificación*, Vol. 7, N°2, 1-5 (2021). ISSN: 2444-1309. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4526>
- Chávez, C. & Millones, F. (2018). *Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – Distrito de Santa - Ancash –*

2018. [Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31047>
- Chew, K. Y., Majnis, M. F., Taib, M. A. A., Abu Bakar, A. H., & Ismail Jamail, M. (2025). Valorisation of waste glass in eco-friendly clay brick: Influence on physico-mechanical properties and water absorption. *Malaysian Journal of Chemical Engineering and Technology*, 8(2), 81–98. <https://journal.uitm.edu.my/ojs/index.php/MJCET/article/view/8542>
- Delgado, S. (2023). *Utilización de vidrio molido como componente en la elaboración de ladrillos artesanales en la ciudad de Chachapoyas*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3358>
- Días, L. (2011). *La observación*. Textos de apoyo didáctico. Facultad de psicología de la Universidad Nacional Autónoma De México. https://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf
- González, M. & Ponce, P. (2012). Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de Arcilla. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. ISSN 2007-9990. Vol. (1), Núm. 2 Julio - Diciembre 2012 CIBA. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5063615.pdf>
- Hasan, M. R., Siddika, A., & Akanda, M. P. A. (2021). Effects of waste glass addition on the physical and mechanical properties of brick. *Innovative Infrastructure Solutions*, 6(36). <https://doi.org/10.1007/s41062-020-00401-z>
- Hidalgo, D., Dávalos, H. & Llamuca, D. (2022). *Resistencia a la compresión y flexión de ladrillos de arcilla artesanales de Chambo con adición de polvo de vidrio reciclado*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9577>
- Ibarra, D. (2021). *Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca*. [Tesis de Pregrado. Universidad

- Peruana Los Andes]. Repositorio institucional de la Universidad Peruana Los Andes. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4214>
- Martínez, E. (2020). *Propuesta de ladrillo artesanal con adición de fibras de vidrio para construcción de viviendas*. [Tesis de Pregrado. Universidad San Pedro]. Repositorio institucional de la Universidad San Pedro. <http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20593>
- Mata, M. (1994). *Cómo conocer la audiencia de una emisora, los sondeos de audiencia*. Cuadernos de investigación No. 3. ALER, Quito.
- Ministerio de la Producción (2010). *Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales*. Programa Regional de Aire Limpio (PRAL) y Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2010/abril/21/RM-102-2010-PRODUCE.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Edición mayo del 2016. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Mirosavljević, Z., Štrbac, D., Ubavin, D., Malešev, M., Stanisavljević, N & Štrbac. (2023). Recycling and sustainable development: Influence of waste glass addition on clay blocks. *Recycling and Sustainable Development*, 16, 81–89. https://www.researchgate.net/publication/376954481_Proposition_of_waste_glass_containers_usage_as_secondary_raw_material_for_clay_blocks_production
- Norma E.070. (2019). *Albañilería*. Reglamento Nacional de Edificaciones. Servicio nacional de capacitación para la industria de la construcción – SENCICO. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencic>
- Onishchuk, V., Zhernovaya, V., Min'ko, I. & Kirienko, D. (1999). Construction materials based on cullet, *Glass and Ceramics*, 56, 5-7.

- Palella, S. y Martins, F. (2008). Metodología de la Investigación Cuantitativa (2ª Edición). Caracas: FEDUPEL
- Perea, D. (2024). Incorporación de vidrio reciclado triturado para la elaboración de ladrillos de arcilla ecológicos en la ciudad Chachapoyas – 2023 [Tesis Pregrado. Universidad Cesar Vallejo].
- Pérez, J. (2023). Método analítico - Qué es, características, definición y concepto. Definición de. <https://definicion.de/metodo-analitico/>
- Quichca, D., & Sencia, E. (2025). Influencia del vidrio reciclado molido en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo lego ecológico en la ciudad de Huancavelica [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/9707>
- Sánchez, A. (2021). *Evaluación de ladrillo King Kong de 18 huecos adicionando vidrio pulverizado reciclado, Santa Rosa, Chalamarca, Chota, 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/307>
- Tamayo & Tamayo, M. (2006). Técnicas de Investigación. (2ª Edición). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Tasilla, R. (2021). *Variación de la resistencia a la compresión axial, absorción, variación dimensional y alabeo de los ladrillos artesanal al adicionar residuos de granito al 5%, 10% y 15%, Cajamarca 2021*. [Tesis de Pregrado. Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3105963>
- Terán, C., Alvarado, C., Castaneda, C., Jave, J., Benites, E. & Cabrera, C. (2023). Bricks Made from Glass Residues: a Sustainable Alternative for Construction and Architecture, *Chemical Engineering Transactions*, 100, 91-96. <https://www.cetjournal.it/cet/23/100/016.pdf>
- Vargas, A. (2022). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal mediante la adición de vidrio reciclado en la ciudad en Cajamarca-2022* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/35020>

- Xin, Y., Mohajerani, A., Kurmus, H., & Smith, J. (2021). Possible recycling of waste glass in sustainable fired clay bricks: A review. *GEOMATE Journal*, 20(78), 57–64. <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/125/2650>
- Zurita, M. (2021) Incorporación del vidrio reciclado triturado y su influencia en la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla, Moyobamba, 2021 [Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_0b3ed6d4081d3578555d686b2cfc7e51

VII. AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios Todopoderoso, a mi amado Jesucristo, por ser la fuente de mi salvación y esperanza. Gracias por concederme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar este camino. Sin tu guía divina, nada de esto hubiera sido posible.

A nuestra familia por su apoyo incondicional en todo momento de nuestros estudios, y por ser el soporte emocional y económico en toda esta etapa de nuestra vida.

VIII. DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo con todo el respeto y agradecimiento a nuestra familia por ser el soporte y fuente de inspiración ya que con sus enseñanzas nos ayudaron a enfrentar todos los desafíos con determinación y coraje, permitiéndome llegar a este momento.

Este camino lo hemos recorrido juntos, porque en cada paso que se ha dado han estado presentes con sus enseñanzas y valores dándonos las fuerzas para no rendirse, por lo que este trabajo es un tributo a ustedes por su apoyo incondicional en esta etapa académica.

ANEXOS

ANEXOS 1. INFORME TECNICO DE LABORATORIO



INFORME TÉCNICO N°0012-2025-F&M

PROYECTO:

" EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024"



SOLICITANTES

Bach. Nilcen Iban Yahuara Cubas

Bach. Jerson Manuel Chinchay Díaz

UBICACION

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : JAÉN
DISTRITO : JAÉN



AGOSTO-2025



ÍNDICE

I. GENERALIDADES	3
1.1. Objetivo del estudio	3
1.2. Normativa Vigente	3
1.3. Ubicación y descripción del área de estudio	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Unidad de albañilería	5
2.1.1. Características generales	5
2.1.2. Clasificación para fines estructurales	5
2.1.3. Limitaciones en su aplicación	5
2.1.4. Pruebas	6
2.1.5. Aceptación de la unidad	7
2.2. Procedimiento para la fabricación del ladrillo artesanal	7
III. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	9
3.1. Resultados de los ensayos del material extraído de la cantera "SHANANGO"	9
3.2. Resultados de los ensayos realizados a las unidades de albañilería	9
3.2.1. Unidades de albañilería - muestra patrón	9
3.2.2. Unidades de albañilería - muestra patrón + adición del 10% de V.R.	11
3.2.3. Unidades de albañilería - muestra patrón + adición del 20% de V.R.	12
3.2.4. Unidades de albañilería - muestra patrón + adición del 30% de V.R.	13
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	15
4.1. CONCLUSIONES	15
4.2. RECOMENDACIONES	16
ANEXOS	17
ANEXO I: ENSAYOS DE LABORATORIO	18
ANEXO I.1: ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE CANTERA	18
ANEXO I.2: ENSAYOS PARA LADRILLOS - MUESTRA PATRÓN	24
ANEXO I.3: ENSAYOS PARA LADRILLOS - MUESTRA PATRÓN + 10% DE V.R.	29
ANEXO I.4: ENSAYOS PARA LADRILLOS - MUESTRA PATRÓN + 20% DE V.R.	34
ANEXO I.5: ENSAYOS PARA LADRILLOS - MUESTRA PATRÓN + 30% DE V.R.	39
ANEXO II: CERTIFICADOS	44

Shirley
SHIRLEY CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Iquitos - Cajamarca-Perú



941915761
949327495

fmg@ingenierosar@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



I. GENERALIDADES

1.1. Objetivo del estudio

El presente informe técnico es desarrollado a solicitud de los bachilleres *"Bach. Nilcen Iban Yahuará Cubas"* y *"Bach. Jerson Manuel Chinchay Díaz"*, en el marco del proyecto de tesis titulado: *"Efecto del vidrio reciclado en la resistencia a la compresión y absorción del ladrillo artesanal, Jaén - Cajamarca, 2024"*.

Para tal efecto, se ha desarrollado la presente investigación, en la cual se complementan trabajos de campo, ensayos de laboratorio y cálculos de gabinete, con la finalidad de evaluar y determinar las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla, verificando su conformidad con las normas técnicas vigentes.

1.2. Normativa Vigente

El siguiente Estudio, fue desarrollado en conformidad a las normativas vigentes:

- Norma E0.70. Albañilería
- PNTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
- NTP339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP339.128. Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- NTP339.132. Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N° 200 (75mm).
- NTP339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.131. Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.
- NTP339.134. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS).
- NTP339.135. Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso de vías de transporte. (AASHTO).


JHARA SHARI CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495

finengneeriosar@gmail.com



Indecopi

N°00146504
N°00146585



ISO 9001:2015

1.3. Ubicación y descripción del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos F&M, ubicado en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.



Figura 1 Localización de la provincia de jaén



Figura 2 Localización del distrito de jaén


JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495

fmenplmce@ingosac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



II. MARCO TEÓRICO

2.1. Unidad de albañilería

2.1.1. Características generales

- Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- Las unidades de albañilería a las que se refiere esta Norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

2.1.2. Clasificación para fines estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)

2.1.3. Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.


JHARA SHARA CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fmenaltecnicos@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Tabla 2 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados

TIPO	ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

* Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

2.1.4. Pruebas

- a. **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b. **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.
- c. **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
- d. **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.
- e. **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

[Firma]
JHARA SHAIW CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Ica - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmenajaverinasac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



2.1.5. Aceptación de la unidad

- Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o más de 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- La absorción de las unidades de arcilla y silico calcáreas no será mayor que 22%. Las unidades de concreto, tendrán una absorción no mayor que 12%.
- La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- La unidad de albañilería de arcilla no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

2.2. Procedimiento para la fabricación del ladrillo artesanal

- Primero se extrae y se transporta la arcilla, la materia prima necesaria para la fabricación de ladrillos desde la zona de extracción (cantera) hasta los lugares de producción. Antes de incorporar la arcilla al ciclo productivo, esta se somete una serie de tratamientos de trituración, homogeneización y reposo expuesta a los elementos, con la finalidad de obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características físicas y químicas deseadas.
- Luego se hace el tratamiento mecánico previo, que consiste en una serie de operaciones cuya finalidad es la de purificar y refinar la materia prima. Luego la materia procesada se deposita en silos especiales y techados donde el material se homogeniza definitivamente tanto física como químicamente. Después se retira la arcilla de los silos y se transporta a un laminador refinador para posteriormente mover a un mezclador humedecedor, en el cual se agrega agua para obtener la humedad precisa.

Shara Shair Chinchay
SHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha 5/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Iquitos - Calamarca-Perú



941915761
949327495



fingenieriasoc@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 10

- Luego viene el moldeado que consiste en pasar la arcilla a través de una boquilla para conseguir la forma del objetivo deseado. Este proceso se realiza en caliente, utilizando vapor saturado a aproximadamente 130°C y a presión reducida. Con ello se obtiene una humedad más uniforme y una masa más compacta. Después viene el secado, que es una fase delicada del proceso, ya que de ella depende, en gran parte, el buen resultado y la calidad del material.
- El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado para así poder pasar a la fase de cocción, la cocción se realiza en hornos de túnel de hasta 120m de longitud donde la temperatura de cocción oscila entre 900°C Y 1000°C. en el interior del horno la temperatura varía de forma continua y uniforme. Durante este proceso se produce la sinterización, lo que determina la resistencia del ladrillo.
- Por último, el almacenaje, antes del embalaje se procede a la formación de paquetes de pallets, lo cual permitirá facilitar su transporte con carretillas. El embalaje consiste en envolver los paquetes con cintas de plástico o metal, con la finalidad de poder ser depositadas en los lugares de almacenamiento y facilitar su transporte.

F&M

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción


JHARA SHARA CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



finengineering@com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



III. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1. Resultados de los ensayos del material extraído de la cantera "SHANANGO"

N° MUESTRA	C.H. ¹ %	LÍMITES DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			G _s ² g/cm ³	CLASIFICACIÓN	
		L.L.	L.P.	I.P.	% de Gravas	% de arenas	% de arcillas y limos		SUCS	AASHTO
M-1	9.8	34	15	19	13,07	28,15	58,78	2,54	CL	A-6 (8)

¹ Contenido de humedad

² Peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo

3.2. Resultados de los ensayos realizados a las unidades de albañilería

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal

3.2.1. Unidades de albañilería - muestra patrón

a. Resultados de Ensayo de Variabilidad Dimensional

DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN			
Código de Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (cm)
	LP	AP	HP
S-L01-2025	236,70	137,10	97,70
S-L02-2025			
S-L03-2025			
S-L04-2025			
S-L05-2025			
Dimensión Específica del Fabricante(mm) E=	237,00	140,00	100,00
Desviación Estándar	1,43	0,22	0,21
Variabilidad Dimensional (%)	0,13%	2,07%	2,30%
Variabilidad Dimensional Según Norma E,070 (%)	± 4%	± 6%	± 8%
Condición de Aceptación	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Shirley
JHARA SHARACHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fingenieriasoc@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



b. Resultados de Ensayo de Alabeo

ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)			Alabeo Según Norma E.070 (máx. mm)	Condición
	Convexidad	Concavidad		Convexidad	Concavidad			
Código de Muestra	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)		
S-L06-2025								
S-L07-2025								
S-L08-2025	0,06	0,06	0,00	0,08	0,02	0,00	10	Aceptable
S-L09-2025								
S-L10-2025								

c. Resultados de Ensayo de Resistencia a la Compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA					
Código de Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²) (<i>f_b</i>)	Resistencia característica (kg/cm ²) (<i>f'_b</i>)	Resistencia característica Según Norma E.070 (kg/cm ²)	Condición de Aceptación
S-L11-2025	56,77	55,73	54,23	50	Aceptable
S-L12-2025	56,47				
S-L13-2025	54,89				
S-L14-2025	57,01				
S-L15-2025	53,50				

d. Resultados de Ensayo de Absorción

ESPÉCIMEN/ Código de Muestra	ABSORCIÓN (%)	Absorción promedio de las unidades de albañilería	Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 - Máximo (%)	Condición de Aceptación
S-L15-2025	14,14	13,99	Sin Límite	Aceptable
S-L16-2025	14,22			
S-L17-2025	14,02			
S-L18-2027	13,90			
S-L19-2025	13,67			

Shirley
SHARA SHARA CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha 5/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Ica - Ica - Ica



941915761
949327495



finanzas@fmsnc@gmail.com



Indecopi

N°00146504
N°00146585



ISO 9001:2015



3.2.2. Unidades de albañilería – muestra patrón + adición del 10% de V.R.

a. Resultados de Ensayo de Variabilidad Dimensional

DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN			
Código de Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (cm)
	LP	AP	HP
S-L01-2025-10%	239,50	138,30	97,65
S-L02-2025-10%			
S-L03-2025-10%			
S-L04-2025-10%			
S-L05-2025-10%			
Dimensión Específica del Fabricante(mm) E=	237,00	140,00	100,00
Desviación Estándar	1,46	1,35	0,96
Variabilidad Dimensional (%)	-1,05%	1,21%	2,35%
Variabilidad Dimensional Según Norma E,070 (%)	± 4%	± 6%	± 8%
Condición de Aceptación	Acceptable	Acceptable	Acceptable

b. Resultados de Ensayo de Alabeo

ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)			Alabeo Según Norma E,070 (máx, mm)	Condición
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad		
Código de Muestra	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)		
S-L06-2025-10%	0,04	0,00	0,06	0,02	0,04	0,02	10	Acceptable
S-L07-2025-10%								
S-L08-2025-10%								
S-L09-2025-10%								
S-L10-2025-10%								

c. Resultados de Ensayo de Resistencia a la Compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA					
Código de Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²) (fb)	Resistencia característica (kg/cm ²) (fb)	Resistencia característica Según Norma E,070 (kg/cm ²)	Condición de Aceptación
S-L11-2025-10%	71,58	71,82	70,48	50	Acceptable
S-L12-2025-10%	72,95				
S-L13-2025-10%	71,46				
S-L14-2025-10%	73,20				
S-L15-2025-10%	69,89				

Shirley
JHARA SHARU CHINCHAY LISCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Ica - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmenegre@ingenierosac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



d. Resultados de Ensayo de Absorción

ESPÉCIMEN/ Código de Muestra	ABSORCIÓN (%)	Absorción promedio de las unidades de albañilería	Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E,070 - Máxima (%)	Condición de Aceptación
S-L16-2025-10%	13,73	13,40	Sin Límite	Aceptable
S-L17-2025-10%	13,29			
S-L18-2025-10%	13,46			
S-L19-2027-10%	13,21			
S-L20-2025-10%	13,31			

3.2.3. Unidades de albañilería - muestra patrón + adición del 20% de V.R.

a. Resultados de Ensayo de Variabilidad Dimensional

DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN			
Código de Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (cm)
	LP	AP	HP
S-L01-2025-20%	239,10	139,45	97,70
S-L02-2025-20%			
S-L03-2025-20%			
S-L04-2025-20%			
S-L05-2025-20%			
Dimensión Específica del Fabricante(mm) E=	237,00	140,00	100,00
Desviación Estándar	0,74	1,20	0,54
Variabilidad Dimensional (%)	-0,89%	0,39	2,30%
Variabilidad Dimensional Según Norma E,070 (%)	± 4%	± 6%	± 8%
Condición de Aceptación	Aceptable	Aceptable	Aceptable

b. Resultados de Ensayo de Alabeo

ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)			Alabeo Según Norma E,070 (máx, mm)	Condición
	Convexidad	Concavidad		Convexidad	Concavidad			
Código de Muestra	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)		
S-L06-2025-10%	0,04	0,00	0,06	0,04	0,04	0,02	10	Aceptable
S-L07-2025-10%								
S-L08-2025-10%								
S-L09-2025-10%								
S-L10-2025-10%								

Shirley
MARIA SHIRLEY CHUNCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Iquitos - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmeneguerincasac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES**

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 13

c. Resultados de Ensayo de Resistencia a la Compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA					
Código de Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²) (f _b)	Resistencia característica (kg/cm ²) (f' _b)	Resistencia característica Según Norma E.070 (kg/cm ²)	Condición de Aceptación
S-L11-2025-20%	73,43	72,54	71,66	50	Aceptable
S-L12-2025-20%	71,37				
S-L13-2025-20%	73,09				
S-L14-2025-20%	72,94				
S-L15-2025-20%	71,85				

d. Resultados de Ensayo de Absorción

ESPÉCIMEN/ Código de Muestra	ABSORCIÓN (%)	Absorción promedio de las unidades de albañilería	Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 - Máximo (%)	Condición de Aceptación
S-L16-2025-20%	12,68	12,81	Sin Límite	Aceptable
S-L17-2025-20%	12,86			
S-L18-2025-20%	12,73			
S-L19-2027-20%	12,79			
S-L20-2025-20%	12,99			

3.2.4. Unidades de albañilería - muestra patrón + adición del 30% de V.R.

a. Resultados de Ensayo de Variabilidad Dimensional

DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN			
Código de Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (cm)
	LP	AP	HP
S-L01-2025-30%	238,55	139,00	97,50
S-L02-2025-30%			
S-L03-2025-30%			
S-L04-2025-30%			
S-L05-2025-30%			
Dimensión Específica del Fabricante(mm) E=	237,00	140,00	100,00
Desviación Estándar	0,93	1,33	0,73
Variabilidad Dimensional (%)	-0,65%	0,71	2,50%
Variabilidad Dimensional Según Norma E.070 (%)	± 4%	± 6%	± 8%
Condición de Aceptación	Aceptable	Aceptable	Aceptable

[Firma]
JHARA SANCHEZ CHUNCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fingenieriasoc@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES**

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 14

b. Resultados de Ensayo de Alabeo

ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)			Alabeo Según Norma E,070 (máx. mm)	Condición
	Convexidad	Concavidad		Convexidad	Concavidad			
Código de Muestra	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)	L. Izq. (M1)	L. Der. (M3)	Centro (M2)		
S-L06-2025-30%								
S-L07-2025-30%								
S-L08-2025-30%								
S-L09-2025-30%								
S-L10-2025-30%								
	0,02	0,02	0,06	0,06	0,02	0,04	10	Aceptable

c. Resultados de Ensayo de Resistencia a la Compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA					
Código de Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²) (fb)	Resistencia característica (kg/cm ²) (fb)	Resistencia característica Según Norma E,070 (kg/cm ²)	Condición de Aceptación
S-L11-2025-30%	78,08	78,06	77,19	50	Aceptable
S-L12-2025-30%	79,54				
S-L13-2025-30%	77,36				
S-L14-2025-30%	77,80				
S-L15-2025-30%	77,52				

d. Resultados de Ensayo de Absorción

ESPÉCIMEN/ Código de Muestra	ABSORCIÓN (%)	Absorción promedio de las unidades de albañilería	Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E,070 - Máximo (%)	Condición de Aceptación
S-L16-2025-30%	12,18	12,23	Sin Límite	Aceptable
S-L17-2025-30%	11,95			
S-L18-2025-30%	12,29			
S-L19-2027-30%	12,27			
S-L20-2025-30%	12,45			

Quilp
JHARA SOTO CRUCIAN LISCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Ica - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



ingenieros@fmsoc@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El presente informe técnico corresponde a ensayos de laboratorio y análisis de resultados del proyecto de tesis titulado: *"Efecto del vidrio reciclado en la resistencia a la compresión y absorción del ladrillo artesanal, Jaén - Cajamarca, 2024"*.
- El material proveniente de la cantera Shanango se clasifica como una arcilla de baja plasticidad, presentando características adecuadas para su empleo en la elaboración de unidades de albañilería artesanal.
- En el ensayo realizado de variación dimensional se determinó que las muestras ensayadas presentan una variación prácticamente uniforme.
- En el ensayo de alabeo se observó que las muestras ensayadas presentan deformaciones leves, evidenciando un alabeo no pronunciado y dentro de los límites permisibles establecidos por la norma.
- Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión indican que las unidades de ladrillo presentan una resistencia adecuada, cumpliendo con los valores mínimos establecidos por la norma E.070 "Albañilería", lo que evidencia una buena compactación y cocción del material.
- En el ensayo de absorción se determinó que, si bien el ladrillo evaluado corresponde al Tipo I, para el cual la norma no establece un límite específico de absorción, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango permitido para los ladrillos Tipo IV y V, lo que indica que el material presenta una buena calidad y adecuada densidad.
- Con relación a las unidades de ladrillo con adiciones de vidrio reciclado, se determinó que todas cumplen con las especificaciones técnicas establecidas para un ladrillo tipo I, conforme a la norma E.070 "Albañilería". Asimismo, se evidencia que la adición del 30% de vidrio reciclado mejora significativamente la resistencia a la compresión, concluyéndose que dicho porcentaje optimiza las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal frente al patrón sin adición.
- Los resultados indicados en el presente informe, deberán ser usados únicamente para el área investigada, no siendo válida la aplicación en otras zonas.

David
DAVID SHAR CHINCAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



943915761
949327495



fuerzaymovimiento@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda controlar la calidad del material arcilloso antes de la elaboración de los ladrillos, verificando su plasticidad, granulometría y contenido de humedad para garantizar una mezcla homogénea.
- Asegurar un buen proceso de mezclado y amasado, de modo que los materiales se integren uniformemente y se eviten zonas con concentraciones desiguales que afecten la resistencia del producto final.
- Mantener un secado controlado y gradual de los ladrillos moldeados, evitando la exposición directa al sol o corrientes de aire fuertes que puedan generar fisuras o deformaciones.
- Regular adecuadamente la temperatura y tiempo de cocción, ya que estos factores influyen directamente en la compactación, color y resistencia final de las unidades de ladrillo.
- Los resultados, conclusiones y recomendaciones indicados en el presente informe, deberán ser usados únicamente para el área investigada, no siendo válida la aplicación en otras zonas.


JHARA SHARI CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Caricancho S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Iquitos - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmenalnerinasoci@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 17

ANEXOS

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

JHARA SRAJA CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fnengineeringssac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



ANEXO I: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO I.1: ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE CANTERA

[Firma]
JHARA SOTO CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Ms. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Lima - Callamarca-Perú



941915761
949327495



fmeningenierosoc@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	"EFECTO DEL VIBRO RESCLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA 2024"		
DIRECCIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Bach. NUCÉN IMA TAPIANA COTRAS Bach. JORJON MARIAL CHUNCHAY DÍAZ		
F. DE EXPLORACIÓN	: 2025-05-24		
F. DE MUESTRO	: 2025-05-29		
	CÓDIGO INTERNO	: S-0012-01-2025/7	
	MOSTRADO POR	: SOLICITANTE	
	NIVEL PRÁCTICO	: NO PRESENTA	
	F. DE RECEPCIÓN	: 20/5-05-20	
	PÁGINA	: 1 de 3	

REPORTE DE CLASIFICACIÓN

CANTERA :	SIANANGO	N° DE PRUEBA:	C-01	COORDENADAS UTM:	N: 9376241,23 E: 749022,89
------------------	----------	----------------------	------	-------------------------	----------------------------

PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	NOMENCLATURA		SIMBOLOGÍA		HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	DESCRIPCIÓN VISUAL (IN - SITU)
		SUCS	AASHTO	SUCS	AASHTO					
0,10										
0,20										
0,30										
0,40										
0,50										
0,60										
0,70										
0,80	1,50	M-1	"CL"	"A-6 (B)"		9,84%	34	15	19	Profundidad de 1,5m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "CL" "Arcilla de baja plasticidad", identificado en el sistema "AASHTO", como un suelo, "A-6(B)" "Suelos arcillosos". Suelo color marrón, conteniendo Grava 13,1%, Arena 28,2% y Arcilla y Limo 58,8%, con un bajo contenido de humedad y sin presencia de la capa freática a la profundidad estudiada.
0,90										
1,00										
1,10										
1,20										
1,30										
1,40										
1,50										

OBSERVACIONES:

- * Muestro realizado por el Solicitante
- * Los resultados se relacionan solamente con los datos sometidos a ensayo
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente


JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mo. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
Jaén - Cajamarca Perú



941915761
949327495

fuengineeringar@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024".		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN VAHUAHA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	: 5-0012-01-2025/T
	: Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-05-29
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-05-31	F. DE EMISIÓN	: 2025-06-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-06-01	PÁGINA	: 2 de 5

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	Und	CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cantera	---	SHANANGO			
Coordenadas UTM	m.	Este:	749022.03	Norte:	9376241.23
Elevación	m.s.n.m	619,00			
Punto de Exploración N°.		C-01			
Muestra		M-1			
Profundidad	m	0,00 - 1,50			
N° de tara	---	10,8		10,40	
Tara + Suelo Húmedo	g	2334,4		2488,8	
Tara + Suelo Seco	g	2145,2		2264,1	
Masa de Agua	g	189,2		204,7	
Masa de Tara	g	211,1		215,7	
Masa del Suelo Seco	g	1934,1		2068,4	
Porcentaje de humedad	%	9,8		9,9	
Promedio	%	9,8			

OBSERVACIONES:

- * Muestreo realizado por el solicitante.
- * Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.


JHARA SHARI CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha 5/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fmeengineering@gmail.com



Indecopi

N°00146586
N°00146585



ISO 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

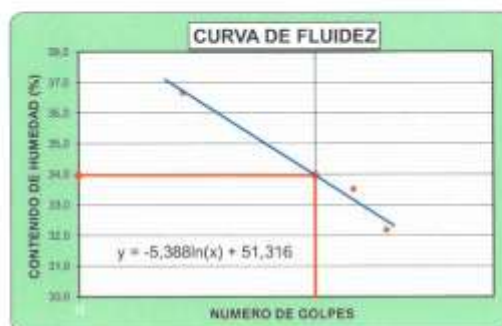
PROYECTO	"EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024".		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ		
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA		
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-06-03		
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-06-04		
CÓDIGO INTERNO	S-0012-01-2025/T		
ENSAYO POR	A.J.S.G.		
F. DE RECEPCIÓN	2025-05-29		
F. DE EMISIÓN	2025-06-12		
PÁGINA	3 de 5		

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

NTP 339.129 (2019)

Cantera: SHANANGO	PUNTO DE EXP. N°. : C-01	MUESTRA : M-1	PROFUNDIDAD : 0,00 - 1,50m.			
DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
Nº DE TARA		865	836	794	2,24	2,12
Nº DE GOLPES		15	29	33	-----	-----
TARRO + SUELO HÚMEDO	g.	30,36	29,96	32,83	22,59	23,33
TARRO + SUELO SECO	g.	28,27	28,19	30,50	21,31	21,77
AGUA	g.	2,09	1,77	2,33	1,28	1,56
MASA DEL TARRO	g.	22,57	22,91	23,26	12,49	11,93
MASA DEL SUELO SECO	g.	5,70	5,28	7,24	8,82	9,84
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%,	36,67	33,52	32,18	14,51	15,85

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	LI = 34
LÍMITE PLÁSTICO	LP = 15
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	IP = 19



OBSERVACIONES

* Muestras realizadas por el solicitante.

* Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

* En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

* El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.

NORMATIVA DE REFERENCIA

* NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)

Chinchay
JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495
fueengineering@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	"EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA 2024"		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Back: NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS Back: JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ		
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA		
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-06-04		
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-06-06		
CÓDIGO INTERNO	I: 5-0012-01-2025/T		
ENSAYO POR	: A.J.S.G.		
F. DE RECEPCIÓN	: 2025-05-29		
F. DE EMISIÓN	: 2025-06-12		
PÁGINA	: 4 de 5		

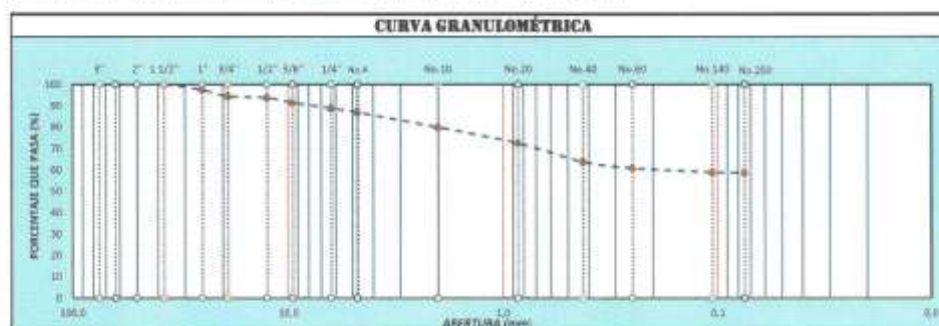
SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128.(2019)

PUNTO DE EXP. N°: C-01	MOIESTRA: M-1	PROFUNDIDAD: 0,00 - 1,50m.	PROGRESIVA: SHANANGO Km
------------------------	---------------	----------------------------	-------------------------

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
2 1/2"	63.000	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
2"	50.000	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"	37.500	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
1"	25.000	27.15	2,5%	2,5%	97,5%
3/4"	19.000	33.11	3,0%	5,5%	94,5%
1/2"	12.500	8.15	0,7%	6,3%	93,7%
3/8"	9.500	24.06	2,2%	8,5%	91,5%
1/4"	6.300	29.36	2,7%	11,2%	88,8%
No. 4	4.750	20.32	1,9%	13,1%	86,9%
No. 10	2.000	76.47	7,0%	20,1%	79,9%
No. 20	0.850	81.79	7,5%	27,6%	72,4%
No. 40	0.425	93.01	8,6%	36,2%	63,8%
No. 60	0.250	32.53	3,0%	39,2%	60,8%
No. 140	0.106	21.15	1,9%	41,1%	58,9%
No. 200	0.075	1.20	0,1%	41,2%	58,8%
<No. 200	FONDO	639.20	58,8%	100,0%	0,0%

MASA TOTAL:	1087,5	g
MASA LAVADO:	448,3	g
MASA DE FINO:	639,2	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			
% GRAVA	G.G. %	2,5%	13,97%
	G.F. %	10,6%	
	A.G. %	7,0%	
% ARENA	A.M. %	16,1%	28,15%
	A.F. %	5,0%	
% ARCILLA Y LIMO		58,8%	58,78%
TOTAL			100,00%



OBSERVACIONES:

- * Muestreo realizado por el solicitante.
- * Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.

NORMATIVA DE REFERENCIA: *NTP.339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)

Shuyl
JHARA SHAR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761

949327495

fnengineeringssoc@gmail.com



Indecopi

N°00146584

N°00146585



ISO 9001:2015



INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO

"EFECTO DEL VIDRIO REICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL JAÉN - CAJAMARCA, 2024"

UBICACIÓN

JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA

SOLICITANTES

Bach. NILCEN IBAN YARUARA CURAS

CÓDIGO INTERNO

5-0012-01-2025/T

SOLICITANTE

Bach. JERSON MANUEL CHIRICAY DÍAZ

ENSAYO POR

A.J.S.G.

CONTACTO DE SOLICITANTE

NO INDICA

F. DE RECEPCIÓN

2025-05-29

F. DE INICIO DE ENSAYO

2025-06-03

F. DE EMISIÓN

2025-09-12

F. DE TÉRMINO DE ENSAYO

2025-06-04

PÁGINA

5 de 5

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 (2019)

Tabla. Densidad relativa del agua y Factor de conversiones K para diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
Densidad relativa H2O	0.9987140	0.9986244	0.9985296	0.9984347	0.9983345	0.9982343	0.9981288	0.9980233
Factor de corrección (K)	1.0005	1.0004	1.0003	1.0002	1.0001	1.0000	0.9999	0.9998
Temperatura (°C)	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0
Densidad relativa H2O	0.9979126	0.9978019	0.9976861	0.9975702	0.9974494	0.9973286	0.9972028	0.9970777
Factor de corrección (K)	0.9996	0.9995	0.9993	0.9992	0.9991	0.9990	0.999	0.9988
Temperatura (°C)	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0
Densidad relativa H2O	0.9969463	0.9968156	0.9966804	0.9965451	0.9964052	0.9962652	0.9961207	0.9959761
Factor de corrección (K)	0.9987	0.9986	0.9984	0.9983	0.9982	0.998	0.9979	0.9977

Calicata/Punto de Exploración	Profundidad (m)	Estrato	Numero de fiola	Volumen de la fiola (ml)	Masa de la fiola (Mf)	Masa de la fiola + H2O (Ma)	Ti (°C)	Tx (°C)
C-01	0.00 - 1.50	M-1	13	100	66.22	165.8	26	19
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

	Estrato	M-1	-----	-----	-----
01	N° de fiola	13	-----	-----	-----
02	Masa de la fiola (Mf)	g. 66.22	-----	-----	-----
03	Masa de la muestra de suelo seco	g. 50	-----	-----	-----
04	Masa de la muestra de suelo seco + peso de la fiola	g. 116.22	-----	-----	-----
05	Masa de la muestra + Fiola + Agua	g. 196.25	-----	-----	-----
06	Masa de la fiola + peso de agua (Ma(Tx))	g. 165.96	-----	-----	-----
07	Peso específico Relativo de los Sólidos	g/cm3 2.54	-----	-----	-----
08	Temperatura del ensayo (Tx)	°C 19	-----	-----	-----
09	Factor de Corrección	K 1.0002	-----	-----	-----
10	Peso específico relativo de sólidos a 20° C	g/cm3 2.54	-----	-----	-----

$$M_s(T_s) = \frac{\text{Densidad del agua } T_s}{\text{Densidad del } T_1} \times (M_a - M_f) + M_f$$

Ma : Masa de la Fiola + Agua
Mf : Masa de la Fiola
Tx : temperatura del ensayo
Ti : Temperatura calibrada

K. Valor que se calcula dividiendo la densidad relativa del agua a la temperatura del ensayo por la densidad relativa del agua a 20°C.

OBSERVACIONES

- * Muestras realizado por el solicitante.
- * Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrado en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVA DE REFERENCIA

*NTP.339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761

949327495

finengineeringzoc@gmail.com



Indecopi

N°00146584

N°00146585



ISO 9001:2015

Shirley
SHIRLEY CHIRICAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES**
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 24

ANEXO I.2: ENSAYOS PARA LADRILLOS – MUESTRA PATRÓN


JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringssac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN – CAJAMARCA, 2024".		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	: S-0012-01-2025/T
	: Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	: A.J.S.C.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04	F. DE EMISIÓN	: 2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-04	PÁGINA	: 1 de 4

VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo 1	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN															
Código de Muestra	Largo (mm)					Ancho (mm)					Alto (mm)				
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP
S-L01-2025	235,00	238,00	238,00	238,00	237,25	137,00	137,00	137,00	137,00	137,00	98,00	98,00	97,00	97,00	97,50
S-L02-2025	240,00	238,00	238,00	238,00	238,50	138,00	138,00	137,00	137,00	137,50	98,00	98,00	97,00	97,00	97,50
S-L03-2025	235,00	235,00	236,00	236,00	235,50	137,00	137,00	137,00	137,00	137,00	98,00	97,00	98,00	98,00	97,75
S-L04-2025	237,00	237,00	238,00	237,00	237,25	137,00	137,00	137,00	137,00	137,00	98,00	98,00	98,00	97,00	97,75
S-L05-2025	235,00	235,00	235,00	235,00	235,00	137,00	137,00	137,00	137,00	137,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00
Medida Promedio (mm)	MP = 236,70					MP = 137,10					MP = 97,70				
Dimensión Específica del Fabricante (mm)	DE = 237,00					DE = 140,00					DE = 100,00				
Desviación Estándar	σ = 1,43					σ = 0,22					σ = 0,21				
Variabilidad Dimensional (%)	V% = 0,13%					V% = 2,07%					V% = 2,30%				
Variabilidad Dimensional Según Norma E.070 (%)	± 4%					± 6%					± 6%				
Condición de Aceptación	Aceptable					Aceptable					Aceptable				

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas por el solicitante
- * Los resultados se relacionan solamente con los ítems asociados a ensayo
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP 339.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
- * PNTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

Shirley
JHARA SHIRLEY CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fuzengineering@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO : "EFECTO DEL VIDRIO RECYCLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CÁDIZMARCA 2024 "

UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA	CÓDIGO INTERNO	5-0012-01-2025/T
SOLICITANTES	Bach. NILSEN IBAN YANUARA CIBAS Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-08-04	F. DE EMISIÓN	2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-08-04	PÁGINA	2 de 4

ALABEO
NTP E.070 ALBANILERIA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	—	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo 1	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
Código de Muestra	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)
S-L06-2025	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00
S-L07-2025	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00
S-L08-2025	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
S-L09-2025	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
S-L10-2025	0,10	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00
Promedio (mm)	0,06	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00
Aláboro según Norma L.677 (mm)	10	10	10	10	10	10
Condición de Aceptación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

2000年12月15日

* *Muestra realizada por el voluntario.*

* Los resultados se relacionaron solamente con las áreas sometidas a estudio.

* En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

* El informante es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.

ALTERNATIVAS DE REFERENCIA:

* PNTF 239-612 - UNIFORMES DE ALBANILERÍA. Muestra de muestras y ensayo de batallas de arcilla usadas en alfarería



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jazmín - Cajamarca-Perú



941915761

949127495

fmeengineering@yahoo.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585

82214654




 JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	"EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN – CAJAMARCA, 2024"		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Bach. NILCEN IBAN YANUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	S-0012-01-2025/T
	Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	A/S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-08-04	F. DE EMISIÓN	2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-08-04	PÁGINA	3 de 4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA						
Código de Muestra	LARGO	ANCHO	CARGA MÁXIMA		ÁREA BRUTA	RESISTENCIA
	(mm)	(mm)	kN	(kg)	(cm²)	(kg/cm²)
S-L11-2025	238,00	137,00	181,51	18508,87	326,06	56,77
S-L12-2025	237,00	138,00	181,13	18470,12	327,06	56,47
S-L13-2025	238,00	138,00	176,78	18026,54	328,44	54,89
S-L14-2025	238,00	138,00	183,61	18723,01	328,44	57,01
S-L15-2025	237,00	138,00	171,59	17497,31	327,06	53,50
Resistencia promedio a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)					$f_b =$	55,73
Desviación Estándar					$\sigma =$	1,50
Coeficiente de Variación					$C_v =$	0,03
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm²)					$f'_b =$	54,23
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 (kg/cm²)					$f''_b =$	50
Condición de Aceptación						Aceptable

CONSIDERACIONES:

- * Muestra realizada por el solicitante.
- * Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- * El Laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP 339.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
- * NTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla cocida en albañilería.


JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495

fmengineering@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFFECTO DEL VIDRIO REICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024".		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bock. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS : Bock. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ		
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA		
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04		
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-06		
	CÓDIGO INTERNO	: S-0012-01-2025/T	
	ENSAYO POR	: A.I.S.G.	
	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-08-04	
	F. DE EMISIÓN	: 2025-08-12	
	PÁGINA	: 4 de 4	

ABSORCIÓN NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPECÍMEN/ Código de Muestra	Peso Natural (g)	Peso Seco (g)	Peso Saturado 24h (g)	ABSORCIÓN (%)
S-L15-2025	4796,70	4775,20	5450,50	14,14
S-L16-2025	4787,10	4765,90	5443,40	14,22
S-L17-2025	4826,70	4804,20	5477,60	14,02
S-L18-2027	4777,60	4753,90	5414,70	13,90
S-L19-2025	4765,70	4742,60	5390,80	13,67
Absorción promedio de las unidades de albañilería			AP =	13,99
Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 - Máximo (%)			Amáx =	Sin Límite
Condición de Aceptación				Aceptable

OBSERVACIONES:

- * Muestreo realizado por el solicitante.
- * Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP E.070 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestra y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.


JHARA SHARI CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495
fmgengineeringzac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 29

ANEXO I.3: ENSAYOS PARA LADRILLOS – MUESTRA PATRÓN + 10% DE V.R.


JHARA SHARI CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Ján - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmg@ingenierosocios@gmail.com



Indecopi

N°00146504
N°00146505



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	"EFECTO DEL VIDRIO RECYCLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024"		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ		CÓDIGO INTERNO : 5-0012-01-2025/T
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA		ENSAYO POR : A.J.S.G.
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-08-04		F. DE RECEPCIÓN : 2025-08-04
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-08-04		F. DE EMISIÓN : 2025-08-12
			PÁGINA : 1 de 4

VARIACIÓN DIMENSIONAL

NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	—	UBICACIÓN	Cantería: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Solido Artesanal



DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN															
Código de Muestra	Largo (mm)					Ancho (mm)					Alto (cm)				
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP
S-L01-2025-10%	242,00	242,00	241,00	241,00	241,50	137,00	137,00	137,00	137,00	137,00	96,00	96,00	96,00	96,00	96,75
S-L02-2025-10%	239,00	239,00	240,00	240,00	239,50	137,00	138,00	138,00	137,00	137,50	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00
S-L03-2025-10%	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	98,00	98,00	97,00	97,00	97,50
S-L04-2025-10%	237,00	237,00	239,00	237,00	237,50	140,00	140,00	138,00	140,00	139,50	98,00	99,00	99,00	98,00	98,50
S-L05-2025-10%	239,00	239,00	239,00	239,00	239,00	137,00	138,00	138,00	137,00	137,50	96,00	96,00	97,00	97,00	96,50
Medida Promedio (mm)	MP = 239,50					MP = 138,30					MP = 97,65				
Dimensión Específica del Fabricante (mm)	DE = 237,00					DE = 140,00					DE = 100,00				
Desviación Estándar	σ = 1,86					σ = 1,35					σ = 0,96				
Variabilidad Dimensional (%)	V% = 1,05%					V% = 1,21%					V% = 2,35%				
Variabilidad Dimensional Según Norma E.070 (%)	± 4%					± 4%					± 4%				
Condición de Aceptación	Aceptable					Aceptable					Aceptable				

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas por el solicitante
- * Los resultados se relacionan solamente con los datos suministrados a ensayo
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP E.19-A04 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
- * PNTP 329.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla cocidos en albañilería


JHARA SHAUR CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mg. C
 Lote 11 - Sector Pueblo Libre
 - Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
 949327495
 fmgineeringsoc@gmail.com



N°00146584
 N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	EFFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024 *		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS Bach. JERSON MANUEL CHUNCHAY DÍAZ	CÓDIGO INTERNO	5-0012-01-2025/T
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA	ENSAJO POR	A.J.S.G.
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-09-04	F. DE RECEPCIÓN	2025-09-04
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-09-04	F. DE EMISIÓN	2025-09-12
		PÁGINA	2 de 4

ALABEO

NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
Código de Muestra	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)
S-L06-2025-10%	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
S-L07-2025-10%	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00
S-L08-2025-10%	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00
S-L09-2025-10%	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
S-L10-2025-10%	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
Promedio (mm)	0,04	0,00	0,06	0,02	0,04	0,02
Alabeo: Según Norma E.070 (mm, mm)	10	10	10	10	10	10
Condición de Aceptación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

OBSERVACIONES:

- * Muestreo realizado por el solicitante.
- * Los resultados se relacionan solamente con las áreas sometidas a ensayo.
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP E.070 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.


JHARA SHUA CHUNCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Caricacocha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO REICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL JAÉN - CAJAMARCA, 2024".		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN YAHUAMA CUBAS : Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ		CÓDIGO INTERNO : S-0012-01-2025/T
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA		ENSAYO POR : A.J.S.G.
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04		F. DE RECEPCIÓN : 2025-08-04
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-04		F. DE EMISIÓN : 2025-08-12
			PÁGINA : 3 de 4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Código de Muestra	LARGO	ANCHO	CARGA MÁXIMA		ÁREA BRUTA	RESISTENCIA
	(mm)	(mm)	kN	(kg)	(cm²)	(kg/cm²)
S-L11-2025-10%	240.00	138.00	232.49	23707.38	333.20	71.58
S-L12-2025-10%	239.00	138.00	235.94	24059.18	329.82	72.95
S-L13-2025-10%	239.00	138.00	231.13	23568.70	329.82	71.46
S-L14-2025-10%	240.00	137.00	236.04	24069.38	328.80	73.20
S-L15-2025-10%	240.00	140.00	230.28	23482.02	336.00	69.89
Resistencia promedio a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)						f_b = 71.82
Desviación Estándar						s = 1.32
Coefficiente de Variación						Cv = 0.02
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm²)						f_b = 70.48
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 (kg/cm²)						f_b = 50
Condición de Aceptación						Aceptable

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas por el solicitante
- * Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP 339.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
- * NTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla cocidos en albañilería


JHARA SHARI CHINCHAY ESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N M6 C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fmengineeringzoe@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	EFFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Bach. NILCEN IRAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	S-0012-01-2025/T
	Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-08-04	F. DE EMISIÓN	2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-08-06	PÁGINA	4 de 4

ABSORCIÓN NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPÉCIMEN/ Código de Muestra	Peso Natural (g)	Peso Seco (g)	Peso Saturado 24h (g)	ABSORCIÓN (%)
S-L16-2025-10%	4869,40	4852,60	5519,10	13,73
S-L17-2025-10%	4915,50	4896,30	5546,90	13,29
S-L18-2025-10%	4983,30	4963,90	5632,00	13,46
S-L19-2027-10%	4845,90	4828,90	5467,00	13,21
S-L20-2025-10%	5245,40	5231,00	5927,00	13,31
Absorción promedio de las unidades de albañilería			AP =	13,40
Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 - Máxima (%)			Amáx =	Sin Límite
Condición de Aceptación				Aceptable

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas por el solicitante
- * Los resultados se refieren solamente a los ítem sometidos a ensayo
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayos y ensayo de ladrillos de arcilla cocidos en albañilería


JHARA SHATO CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495

fmengineeringinc@gmail.com



Indecopi

N°00146594
N°00146585



ISO 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 34

ANEXO I.4: ENSAYOS PARA LADRILLOS – MUESTRA PATRÓN + 20% DE V.R.

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Chirif
JHARA ELIJAR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C.
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495

fmengineeringssac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	"EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024"		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Rsch. NILCEN IRAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	5-0012-01-2025/T
	Rsch. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	A.J.S.C.
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	2025-09-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-08-04	F. DE EMISIÓN	2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-09-04	PÁGINA	1 de 4

VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN															
Código de Muestra	Largo (mm)					Ancho (mm)					Alto (cm)				
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP
S-L01-2025-20%	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	138,00	138,00	138,00	137,00	137,75	98,00	98,00	97,00	97,00	97,50
S-L02-2025-20%	240,00	239,00	239,00	240,00	239,50	140,00	140,00	139,00	139,00	139,50	98,00	98,00	98,00	99,00	98,25
S-L03-2025-20%	239,00	240,00	239,00	238,00	239,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	99,00	98,00	98,00	98,00	98,25
S-L04-2025-20%	238,00	238,00	238,00	238,00	238,00	142,00	142,00	140,00	140,00	141,00	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00
S-L05-2025-20%	240,00	238,00	239,00	239,00	239,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	97,00	98,00	98,00	97,00	97,50
Medida Promedio (mm)	MP = 239,10					MP = 139,45					MP = 97,70				
Dimensión Específica del Fabricante (mm)	DE = 237,00					DE = 140,00					DE = 100,00				
Desviación Estándar	σ = 0,74					σ = 1,20					σ = 0,54				
Variabilidad Dimensional (%)	V% = 0,89%					V% = 0,39%					V% = 2,30%				
Variabilidad Dimensional Según Norma E.070 (%)	± 4%					10%					8%				
Condición de Aceptación	Aceptable					Aceptable					Aceptable				

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas por el solicitante
 * Los resultados se relacionan solamente con los datos sometidos a ensayo
 * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
 * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP 139.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestra y ensayo de unidades de albañilería de concreto
 * PNTP 339.413 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestra y ensayo de ladrillos de arcilla cocidos en albañilería


JHARA SHARI CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
 Lote 11 - Sector Pueblo Libre
 - Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
 949327495

finengineering@gmail.com



Indecopi

N°00146584
 N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECYCLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	: S-0012-01-2025/T
	: Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04	F. DE EMISIÓN	: 2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-04	PÁGINA	: 2 de 4

ALABEO

NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
Código de Muestra	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)
S-L06-2025-20%	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
S-L07-2025-20%	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
S-L08-2025-20%	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00
S-L09-2025-20%	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
S-L10-2025-20%	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00
Promedio (mm)	0,04	0,00	0,06	0,04	0,04	0,02
Alabeo: Según Norma E.070 (mm, mm)	10	10	10	10	10	10
Condición de Aceptación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

OBSERVACIONES:

* Muestreo realizado por el solicitante

* Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo

* En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

* El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

* PNTP 239.623 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería


JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fmengineeringanc@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECYCLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024".		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS		CÓDIGO INTERNO : S-0012-01-2025/T
	: Bach. JERSON MANUEL CHIMICAY DÍAZ		ENSAYO POR : A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA		F. DE RECEPCIÓN : 2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04		F. DE EMISIÓN : 2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-04		PÁGINA : 3 de 4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Código de Muestra	LARGO	ANCHO	CARGA MÁXIMA		ÁREA BRUTA	RESISTENCIA
	(mm)	(mm)	kN	(kg)	(cm²)	(kg/cm²)
S-L11-2025-20%	240,00	138,00	238,50	24320,23	331,20	73,43
S-L12-2025-20%	240,00	140,00	235,16	23979,64	336,00	71,37
S-L13-2025-20%	240,00	140,00	240,82	24556,80	336,00	73,09
S-L14-2025-20%	239,00	139,00	237,63	24231,51	332,21	72,94
S-L15-2025-20%	239,00	139,00	234,09	23870,53	332,21	71,85
Resistencia promedio a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)						$\bar{f}_b = 72,54$
Desviación Estándar						$\sigma = 0,88$
Coeficiente de Variación						$C_v = 0,01$
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm²)						$f_{ch} = 71,66$
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 (kg/cm²)						$f_{lb} = 50$
Condición de Aceptación						Aceptable

OBSERVACIONES:

* Muestras recibidas por el solicitante

* Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo

* En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

* El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

* NTP 359.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

* PNTP 339.612 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla cocidos en albañilería


JHARA SHAUR CHIMICHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coriencocho S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
948327495

fmengineeringinc@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	"EFECTO DEL VIDRIO RECIKLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024"		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ		CÓDIGO INTERNO : S-0012-01-2025/T
CONTACTO DE SOLICITANTE	NO INDICA		ENSAYO POR : A.J.S.G.
F. DE INICIO DE ENSAYO	2025-09-04		F. DE RECEPCIÓN : 2025-09-04
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	2025-09-06		F. DE EMISIÓN : 2025-09-12
			PÁGINA : 4 de 4

ABSORCIÓN NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	—	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPECIMEN/ Código de Muestra	Peso Natural (g)	Peso Seco (g)	Peso Saturado 24h (g)	ABSORCIÓN (%)
S-L16-2025-20%	5166,60	5148,90	5801,70	12,68
S-L17-2025-20%	5123,60	5103,30	5759,40	12,86
S-L18-2025-20%	5062,30	5043,90	5686,10	12,73
S-L19-2027-20%	5059,40	5041,20	5685,90	12,79
S-L20-2025-20%	5198,80	5179,80	5852,40	12,99
Absorción promedio de las unidades de albañilería			AP =	12,81
Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 - Máximo (%)			Amáx =	Sin Límite
Condición de Aceptación				Aceptable

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas por el solicitante.
- * Los resultados se relacionan solamente con los datos sometidos a ensayo.
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente.

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP E.070-2013 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería


JHARA SHAIR CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP: 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N M6. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



941915761
949327495
fmengineeringzoe@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 39

ANEXO I.5: ENSAYOS PARA LADRILLOS – MUESTRA PATRÓN + 30% DE V.R.

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Ica - Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmenzaminasac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015


JHARA SHARA CHIVCHARI LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECHAZADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	: 5-0012-01-2025/T
	: Bach. JENSON MANUEL CHUNCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	: A.J.S.C
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-09-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-09-04	F. DE EMISIÓN	: 2025-09-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-09-04	PÁGINA	: 1 de 4

VARIACIÓN DIMENSIONAL

NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	—	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN															
Código de Muestra	Largo (mm)					Ancho (mm)					Alto (cm)				
	L1	L2	L3	L4	LP	A1	A2	A3	A4	AP	H1	H2	H3	H4	HP
S-L01-2025-30%	238,00	238,00	238,00	238,00	238,00	138,00	138,00	139,00	138,00	138,25	98,00	97,00	97,00	97,00	97,25
S-L02-2025-30%	239,00	239,00	240,00	240,00	239,50	139,00	138,00	139,00	139,00	138,75	99,00	99,00	98,00	98,00	98,50
S-L03-2025-30%	240,00	239,00	239,00	239,00	239,25	140,00	140,00	139,00	139,00	139,50	96,00	97,00	97,00	97,00	96,75
S-L04-2025-30%	237,00	237,00	237,00	238,00	237,25	138,00	138,00	137,00	137,00	137,50	97,00	97,00	97,00	97,00	97,00
S-L05-2025-30%	239,00	239,00	239,00	238,00	238,75	142,00	140,00	141,00	141,00	141,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00
Medida Promedio (mm)	MP = 238,55					MP = 139,00					MP = 97,50				
Dimensión Específica del Fabricante (mm)	DE = 237,00					DE = 140,00					DE = 100,00				
Desviación Estándar	σ = 0,93					σ = 1,33					σ = 0,73				
Variedad Dimensional (%)	V% = 0,65%					V = 0,71%					V = 2,50%				
Variedad Dimensional Según Norma E.070 (%)	± 4%					± 5%					± 5%				
Condición de Aceptación	Aceptable					Aceptable					Aceptable				

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas por el solicitante
- * Los resultados se relacionan solamente con los datos sometidos a ensayo
- * En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió
- * El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

- * NTP 339.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
- * NTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería


JHARA SHAUR CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca - Perú



941915761
949327495
fneingenieringrac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	: 5-0012-01-2025/T
	: Bach. JERSON MANUEL CHUNCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	: A.T.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04	F. DE EMISIÓN	: 2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-04	PÁGINA	: 2 de 4

ALABEO
NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo 1	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPÉCIMEN	MEDIDA DE CARA SUPERIOR (mm)			MEDIDA DE CARA INFERIOR (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
Código de Muestra	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)	Lado Izq. (M1)	Lado Der. (M3)	Centro (M2)
S-L06-2025-30%	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
S-L07-2025-30%	0,00	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00
S-L08-2025-30%	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00
S-L09-2025-30%	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
S-L10-2025-30%	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,10
Promedio (mm)	0,02	0,02	0,06	0,06	0,02	0,04
Alabeo (según Norma E.070 (mód. min))	10	10	10	10	10	10
Condición de Aceptación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

OBSERVACIONES:

* Muestreo realizado por el solicitante

* Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo

* En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

* El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

* PNTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla cocida en albañilería


JHARA SHAJIR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 32.4420
RESPONSABLE DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024 "		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IRAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	: S-0012-01-2025/T
	: Bach. JERSON MANUEL CRUNCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	: A.L.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04	F. DE EMISIÓN	: 2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-04	PÁGINA	: 3 de 8

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA				
LADRILLERA	---	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO	
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA						
Código de Muestra	LARGO	ANCHO	CARGA MÁXIMA		ÁREA BRUTA	RESISTENCIA
	(mm)	(mm)	kN	(kg)	(cm²)	(kg/cm²)
S-L11-2025-30%	240,00	138,00	253,60	25860,00	331,20	78,08
S-L12-2025-30%	238,00	138,00	256,19	26124,10	328,44	79,54
S-L13-2025-30%	238,00	129,00	250,99	25593,85	330,82	77,36
S-L14-2025-30%	240,00	138,00	252,70	25768,22	331,20	77,00
S-L15-2025-30%	239,00	140,00	254,37	25938,52	334,60	77,52
Resistencia promedio a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm2)					f _b =	78,06
Desviación Estándar					s =	0,07
Coeficiente de Variación					C _v =	0,01
Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm2)					f _b =	77,19
Resistencia característica de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 (kg/cm2)					f _b =	50
Condición de Aceptación						Acceptable

OBSERVACIONES:

* Muestras realizadas por el solicitante

* Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo

* En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

* El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

* NTP 339.604 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

* PNTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla cocidos en albañilería


JHARA SHAU CRUNCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO

 Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú

 941915761
949327495
 juengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015

INFORME DE ENSAYO N°0012-2025-F&M/T

PROYECTO	: "EFECTO DEL VIDRIO RECIKLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL, JAÉN - CAJAMARCA, 2024".		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
SOLICITANTES	: Bach. NILCEN IBAN YAHUARA CUBAS	CÓDIGO INTERNO	: 5-0012-01-2025/T
	: Bach. JERSON MANUEL CHINCHAY DÍAZ	ENSAYO POR	: A.I.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: NO INDICA	F. DE RECEPCIÓN	: 2025-08-04
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 2025-08-04	F. DE EMISIÓN	: 2025-08-12
F. DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2025-08-04	PÁGINA	: 4 de 4

ABSORCIÓN
NTP E.070 ALBAÑILERÍA

DATOS DE MUESTRA			
LADRILLERA	—	UBICACIÓN	Cantera: SHANANGO
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo I	DENOMINACIÓN	Sólido Artesanal



ESPÉCIMEN/ Código de Muestra	Peso Natural	Peso Seco	Peso Saturado 24h	ABSORCIÓN
	(g)	(g)	(g)	(%)
S-L16-2025-30%	5251,90	5234,30	5872,00	12,18
S-L17-2025-30%	5337,80	5318,00	5953,40	11,95
S-L18-2025-30%	5312,10	5293,50	5944,10	12,29
S-L19-2025-30%	5201,20	5184,80	5821,20	12,27
S-L20-2025-30%	5196,90	5179,40	5824,30	12,45
Absorción promedio de las unidades de albañilería			AP =	12,23
Absorción de las unidades de albañilería mínima Según Norma E.070 - Máximo (%)			Amáx =	Sin Límite
Condición de Aceptación				Aceptable

OBSERVACIONES:

* Muestra realizada por el solicitante

* Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo

* En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

* El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto la información suministrada por el cliente

NORMATIVIDAD DE REFERENCIA:

* NTP 339.613 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla cocida en albañilería


JHARA SMAR CHINCHAY LISCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 224420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES**

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Página 44

ANEXO II: CERTIFICADOS

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

[Firma]
JHARA SHAM CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Calle Coricancha S/N Mz. C
Lote 11 - Sector Pueblo Libre
- Jaén - Cajamarca-Perú



943915761
949327495



fnengineeringssac@gmail.com



Indecopi

N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Registro de la Propiedad Industrial

CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN Y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Clase	42 de la clasificación Internacional
Solicitud	0004590-2023
Titular	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
País	Perú
Vigencia	04 de abril de 2033
Distingue	Estudios de mecánica de suelos



[Firma]
JHARA SHUA CHINCHAY LESCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico autorizado por Internet, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: v12q0d0p6m

Pág. 1 de 1

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
 Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú. Tel: 224-7800. Web: www.indecopi.gob.pe



Esto es para certificar que el Sistema de Gestión de Calidad de

F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE - JAEN - JAEN CAJAMARCA - PERÚ.

Ha sido evaluado y se ha determinado que cumple con los requisitos de

ISO 9001:2015

Este Certificado es válido para el siguiente alcance:

SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Y
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

[Signature]
JHARA SHAR CHIV HAY LISCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Certificado No.	:AMER11653
Fecha de Registro	:24/06/2023
Fecha de Emisión	:28/06/2023
Fecha de Expiración	:23/06/2024
Fecha de Recertificación	:23/06/2026



[Signature]
Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGIST.LCH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomas Ave. Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA
Regional Office: D 163, 104 Nisarg plaza, Bhamburda Chowk - Herjowadi road, Wakad, Pune 411004





LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LC - 024



Código de Seguridad QR



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

087-CT-MI-2025

Área de Metrología

Página 1 de 9

Expediente : 482B-06-2025
Solicitante : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección : Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo : HORNO
Marca : PINZUAR
Modelo : G060404
Serie : 144
Identificación : LAB-004 (*)
Ubicación : Área de Ensayo I (**) 
Procedencia : Colombia
Tipo de Ventilación : Forzada
Nro. de Niveles : 3
Alcance del Equipo : Temperatura ambiente +5 °C a 200 °C (***)

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMOMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	PINZUAR / G060404
Alcance de indicación	-100 °C a 200 °C
Resolución	0,01 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Este certificado se emite por vía electrónica, puede validarlo directamente a través de la página web de Tocapu o escaneando el código QR que se encuentra en la parte superior del certificado.

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

Fecha de Calibración : 2025-07-16
Lugar de Calibración : Área de Ensayo I - F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú

Método utilizado: Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018- "Procedimiento de Calibración y Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) junio 2009.



2025-07-21

Fecha de emisión

ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB. 01 Y 03
metrologia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 17:41
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 18:04
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 05075-A

Cód. FT-T-03 Rev. 07

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com



**CORPORACIÓN
2M & N S.A.C.**
Especialistas en Metrología

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LC - 024**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado



Código de Seguridad QR





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
088-CT-MI-2025
Área de Metrología

Página 1 de 5

Expediente : 4828-06-2025

Solicitante : **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

Dirección : Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú

Equipo : **HORNO**

Marca : **PYS EQUIPOS**

Modelo : **STHX-2A**

Serie : 2205138

Identificación : LAB-03 (*)

Ubicación : Área de Ensayo I (**)

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Forzada

Nro. de Niveles : 2

Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C (***)

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado se emite por vía electrónica, puede validarlo directamente a través de la página web de Tocapu o escaneando el código QR que se encuentra en la parte superior del certificado.

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



JHARASAIR CHINCHAY LISCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMOMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp
Alcance de indicación	-100 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración : 2025-07-16

Lugar de Calibración : **Área de Ensayo I - F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú

Método utilizado: Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018- "Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009





2025-07-21
Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB. 01 Y 03
metrologia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 10:54
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 16:03
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 05076-A

Cód. FT-T-03 Rev. 07

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LC - 024



Código de Seguridad QR



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

223-CM-M-2025
Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente : 482B-06-2025
Solicitante : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección : Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO
Marca : OHAUS
Modelo : R21PE30ZH
Serie : 8354861311
Identificación : No indica
Ubicación : Área de Ensayo I
Procedencia : No indica
Capacidad máxima : 30000 g
Capacidad mínima : 50 g (*)
División de escala (d) : 1 g
División de verificación (e) : 1 g (*)
Clase de exactitud : II (*)
Tipo : Electrónica
Fecha de calibración : 2025-07-17
Lugar : Área de Ensayo I
F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este Certificado se emite de manera electrónica, podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mail certificadosdigitales@2myn.com.

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

Método utilizado: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de Valor conocido (pesas patrón), según el PC-011 'Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II)', 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI



2025-07-21

Fecha de emisión



VALENCIA VELASCO FERNANDO
GABRIEL
CORPORACION 2M & N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
metrologia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 12:49
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAM
ARACELI
CORPORACION 2M & N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 13:14
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio: 05071-A Cód. FT-M-04 Rev. 06
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

		LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 024			
		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN			
		224-CM-M-2025 Área de Metrología			
		Página 1 de 4			
Expediente	:	482B-06-2025	Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.		
Solicitante	:	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad		
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.		
Equipo/ Instrumento	:	BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO	Este Certificado se emite de manera electrónica, podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mail certificadosdigitales@2myn.com		
Marca	:	OHAUS	El certificado de calibración sin firmas y sello carece de validez.		
Modelo	:	NV622ZH			
Serie	:	834768517			
Identificación	:	LAB-007 (*)			
Ubicación	:	Área de Ensayo I			
Procedencia	:	No indica			
Capacidad máxima	:	620 g			
Capacidad mínima	:	0,2 g (**)			
División de escala (d)	:	0,01 g			
División de verificación (e)	:	0,01 g (**) MARIA SHIR CHINCHAY LISCANO INGENIERO CIVIL REG. CIP. 324420 RESPONSABLE DE LABORATORIO			
Clase de exactitud	:	II (**)			
Tipo	:	Electrónica			
Fecha de calibración	:	2025-07-16			
Lugar	:	Área de Ensayo I F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú			
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II)", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.			
		VALENCIA VELASCO FERNANDO GABRIEL CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. JEFE DE METROLOGIA LAB.02 metrologia@2myn.com Fecha: 22/07/2025 09:41 Firmado con: www.tocapu.pe			
2025-07-22 Fecha de emisión					
Código de Servicio: 05072-A Cód. FT-M-04 Rev. 06 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.					
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209 Página web: www.2myn.com Correos: ventas@2myn.com calidad@2myn.com					

		LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 024			
					
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN					
225-CM-M-2025 Área de Metrología					
Página 1 de 4					
Expediente	:	482B-06-2025	Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.		
Solicitante	:	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION			
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú			
Equipo/ Instrumento	:	BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO			
Marca	:	OHAUS			
Modelo	:	SPX6201ZH	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad		
Serie	:	C213945170			
Identificación	:	LAB-008 (*)			
Ubicación	:	Área de Ensayo I			
Procedencia	:	No indica	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.		
Capacidad máxima	:	6200 g			
Capacidad mínima	:	5 g (**)			
División de escala (d)	:	0,1 g			
División de verificación (e)	:	0,1 g (**)			
Clase de exactitud	:	II (**)	Este Certificado se emite de manera electrónica, podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mail certificadosdigitales@2myn.com .		
Tipo	:	Electrónica	 JHARA SAGOR CHINCHAY LESCANO INGENIERO CIVIL REG. CIP. 32.4420 RESPONSABLE DE LABORATORIO		
Fecha de calibración	:	2025-07-16			
Lugar	:	Área de Ensayo I F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú	El certificado de calibración sin firmas y sello carece de validez.		
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II)", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.			
					
					
2025-07-21 Fecha de emisión		VALENCIA VELASCO FERNANDO GABRIEL CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. JEFE DE METROLOGIA LAB.02 metrologia@2myn.com Fecha: 21/07/2025 12:53 Firmado con www.tocapu.pe			
2025-07-21 Fecha de emisión		VELASCO NAVARRO MIRAN ARACELI CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. GERENTE GENERAL gerencia@2myn.com Fecha: 21/07/2025 13:57 Firmado con www.tocapu.pe			
Código de Servicio: 05073-A Cód. FT-M-04 Rev. 06 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.					
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209 Página web: www.2myn.com Correos: ventas@2myn.com calidad@2myn.com					



CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LC - 024



INACAL
Organismo de Acreditación



Código de Seguridad QR

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

226-CM-M-2025
Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente : 482B-06-2025 Solicitante : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION Dirección : Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú Equipo/ Instrumento : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO Marca : OHAUS Modelo : R21PE30ZH Serie : 8354661372 Identificación : LAB-010 (*) Ubicación : Área de Ensayo II Procedencia : No indica Capacidad máxima : 30000 g Capacidad mínima : 50 g (**) División de escala (d) : 1 g División de verificación (e) : 1 g (**) Clase de exactitud : II (**) Tipo : Electrónica Fecha de calibración : 2025-07-17 Lugar : Área de Ensayo II F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú Método utilizado: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valores conocidos (pesas patrón), según el PC-011 'Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II)', 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.	Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este Certificado se emite de manera electrónica, podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mail certificadosdigitales@2myn.com. El certificado de calibración sin firmas y sello carece de validez.	 JHARA SIRON CHINCHAY LESCANO INGENIERO CIVIL REG. CIP. 324420 RESPONSABLE DE LABORATORIO
---	---	---



2025-07-22
Fecha de emisión



VALERIA VELASCO FERNANDO
GABRIEL
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
metrologia@2myn.com
Fecha: 22/07/2025 09:42
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 22/07/2025 12:05
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio: 05074-A **Cód. FT-M-04 Rev. 06**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.
 Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao
 (+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118
 www.pinzuar.com.co



Certificado de calibración

Calibration Certificate



NA-01107-002 R0

Page / Pág. 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL AUTOMATICO	Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PS-11S	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0323	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO PRESENTA	Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Solicitante <i>Customer</i>	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION	El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.
Dirección <i>Address</i>	MZ C LOTE 11 SECTOR PUEBLO LIBRE JAEN CAJAMARCA	The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.
Ciudad <i>City</i>	JAEN	This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2025 - 09 - 18	The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2025 - 09 - 22	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se secan de contexto. Los extractos no firmados en firma no son válidos.

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

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


 Ing. Félix Jaramillo Castillo
 Metrólogo - PINZUAR / TCU SUCURSAL DEL PERU


 JHARA SHAR CHIRICAY LISCANO
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.P. 324420
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO No LC-079



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-01107-001 R0

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 5 in.
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST
Número de Serie <i>Serial Number</i>	99950
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO PRESENTA
Malla <i>Mesh</i>	No. 40.
Solicitante <i>Customer</i>	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección <i>Address</i>	MZ C LOTE 11 SECTOR PUEBLO LIBRE JAEN CAJAMARCA
Ciudad <i>City</i>	JAEN

Fecha de Calibración
Date of calibration

2025 - 09 - 18

Fecha de Emisión
Date of issue

2025 - 09 - 22

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

03

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

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

Firmas que Autorizan Certificado (Certificado firmado digitalmente)
Signatures Authorizing the Certificate (Digitally signed certificate)



Sergio Ivan Martinez
Ing. Sergio Ivan Martinez
Director Laboratorio de Metrología

Br. Felix Amadeo Jaramillo
Br. Felix Amadeo Jaramillo
Métrólogo Laboratorio de Metrología



Jhara Shair Chincray Lescano
JHARA SHAIR CHINCRAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 - www.pinzuar.com.co



UNIMETRO

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL/DA
CON REGISTRO N° LC - 022



INACAL



Página 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-085-2025

Fecha de emisión: 2025-08-12
Expediente: 3419-2025

SOLICITANTE

Dirección: F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Mia, C Lote, 11 Sec. Pueblo Libre - Icaen - Cajamarca - Perú.

UNIDAD BAJO PRUEBA

Marca: PIE DE REY
Modelo: INSIZE
Cód. fábrica: 1108-200W
Número de serie: No Indica
Cód. de identificación: 130112414
Ubicación: No Indica
Alcance Indic.: 0 mm a 200 mm;
0 in a 8 in
Resolución: 0.01 mm; 0.0005 in
Tipo de Indicación: Digital
Procedencia: No Indica

DE LA CALIBRACIÓN

Fecha: 2025-08-05
Lugar: Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
Método: Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie de rey 5ta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOPI.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología y patrones rastreables a patrones nacionales y patrones de referencia (DM-INACAL).

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo o instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que aparezcan en este documento.

El usuario debe evaluar su equipo en intervalos adecuados teniendo como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-003-2024 - INACAL-DM
	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM



Gerente de Metrología
Reg. CIP N° 137294

Firmado digitalmente por
INGA CHUCOS
MOISES ADOLFO
FIR. 10020315 hard
Fecha: 2025.08.12
16:38:32 -0500



UNIMETRO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

[Firma]

JHARA SHARA CHUNCAW LESCAÑO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima, Perú
Teléfono: (511) 376-8271 Cel.: 998446498 Email: 981421743
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com



Código de Seguridad QR



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



017-CF-2025

Área de Metrología

Página 1 de 3

Expediente : 482B-06-2025
Solicitante : **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección : Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento : **PRENSA DE CONCRETO**
Marca : PINZUAR
Modelo : PC-42
Serie : 492
Identificación : LAB-035 (*)
Ubicación : Área de Ensayo II (**)
Procedencia : Colombia
Alcance de indicación : 1000 kN
División de escala : 0,01 kN
Tipo de Indicación : Digital
Marca de indicador : PINZUAR
Modelo de indicador : PC-42
Serie de indicador : 492
Dirección de Fuerza : Compresión
Fecha de calibración : 2025-07-17
Lugar de Calibración : **Área de Ensayo II - F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado: Calibración por comparación con celda patrón tomando como referencia el Procedimiento PC-032
Procedimiento para la Calibración de Máquinas de Ensayo Uniaxiales - COMINACAL Primera Edición -
Diciembre 2021

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado se emite por vía electrónica, puede validarlo directamente a través de la página web de Tocapu o consultar a través del e-mail: certificadosdigitales@2myn.com

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

Shirley
JHARA SHAR CHINCHAY LESCANO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 324420
RESPONSABLE DE LABORATORIO



2025-07-21

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Jefe de METROLOGIA LAB. 01 Y 03
metrologia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 14:23
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO BARRERA MIRIAN
ARACELI
CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 22/07/2025 00:26
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio : 07190

Cód. FT-F-01 Rev. 01

ANEXOS 2. PANEL FOTOGRAFICO DE RECOLECCIÓN DE TIERRA

ANEXOS 3. PANEL FOTOGRAFICO DE RECOLECCIÓN DE VIDRIO

Figura 5
Reciclaje de Vidrio en recicladora artesanal.



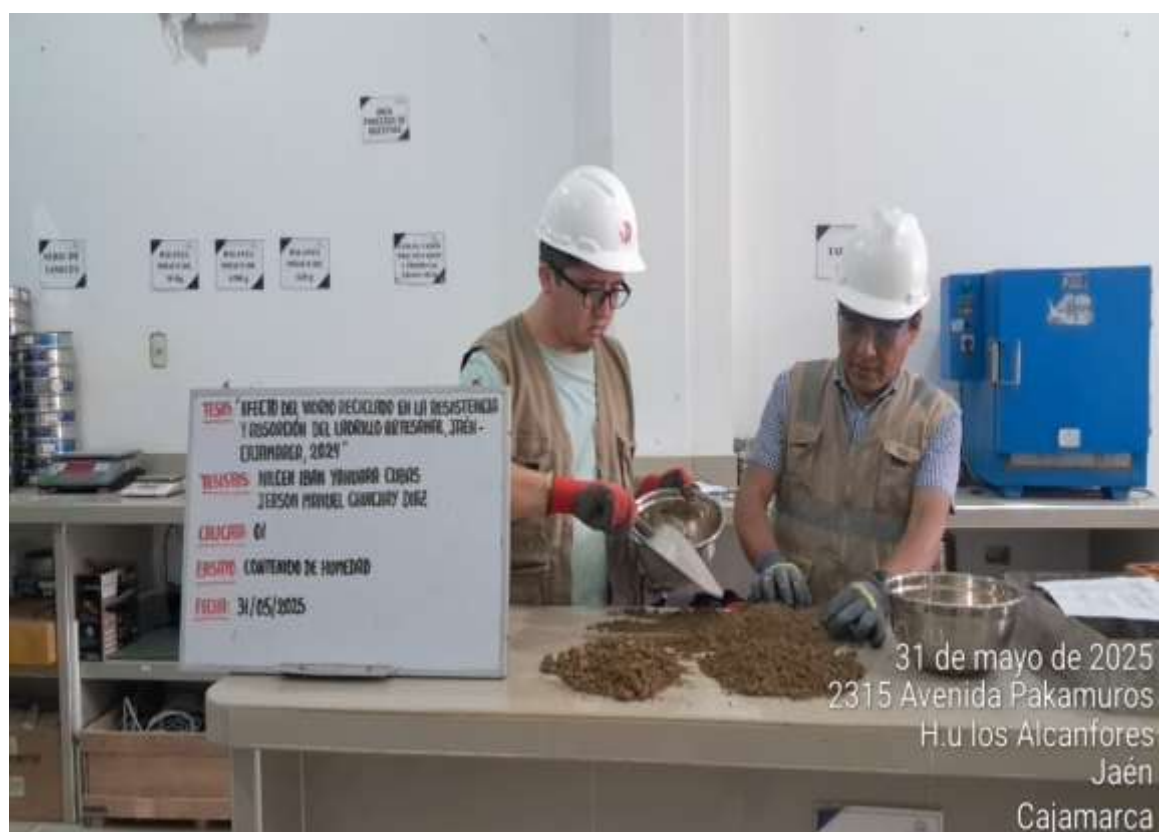
Figura 6
Reciclaje de Vidrio en recicladora artesanal.



ANEXOS 4. PANEL FOTOGRAFICO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Figura 7

En laboratorio encontrado el contenido de humedad de material extraído.

**Figura 8**

En laboratorio, mezclando agua con material de cantera, para Limite Liquido y Limite Plástico.



Figura 9

En laboratorio, mezclando agua con material de cantera, para Limite Liquido y Limite Plástico.

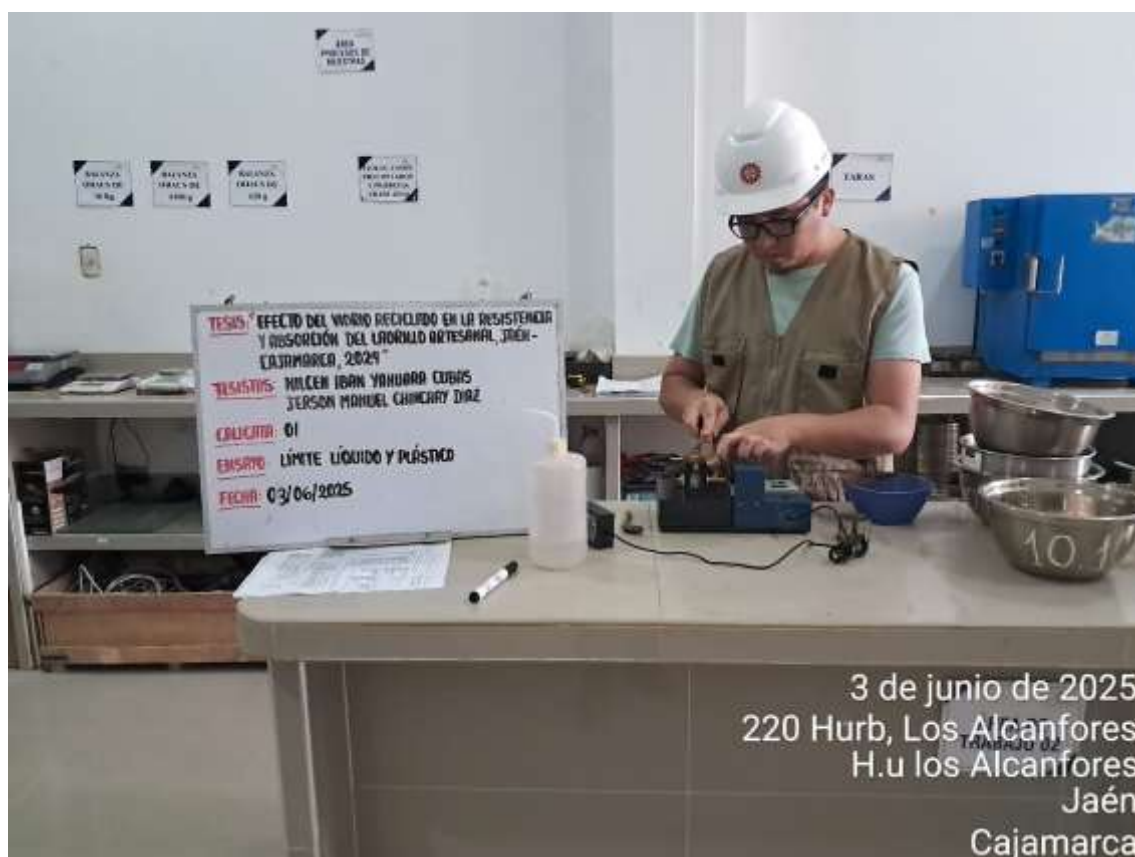
**Figura 10**

En laboratorio, estado limite liquido con el método la copa de Casagrande.



Figura 11

En laboratorio, estado limite liquido con el método la copa de Casagrande

**Figura 12**

En laboratorio, estado limite platico con el método de los rollitos con los dedos aproximadamente de 7cm de largo.



Figura 13

En laboratorio, estado limite plastico con el método de los rollitos con los dedos aproximadamente de 7cm de largo.

**Figura 14**

En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.



Figura 15

En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.

**Figura 16**

En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.



Figura 17

En laboratorio, encontrando el peso específico y absorción.

**Figura 18**

En laboratorio, análisis granulométrico pasando por los tamices el material de cantera.



Figura 19

En laboratorio, análisis granulométrico pasando por los tamices el material de cantera

**Figura 20**

En laboratorio, ensayo químico material de cantera.



Figura 21

En laboratorio, ensayo químico material de cantera.

**Figura 22**

En laboratorio, elaboración de la mezcla agregando vidrio triturado o molido.



Figura 23

En laboratorio, elaboración de la mezcla agregando vidrio triturado o molido.

**Figura 24**

En laboratorio, resultado final de la elaboración de ladrillos.



Figura 25

En laboratorio, resultado final de la elaboración de ladrillos.

**Figura 26**

En laboratorio, cocción de los ladrillos llevados al horno.



Figura 27

En laboratorio, sacados los ladrillos del horno es llevado al ensayo de compresión para medir su resistencia.

**Figura 28**

En laboratorio, sacados los ladrillos del horno es llevado al ensayo de compresión para medir su resistencia.



Figura 29*Medición dimensional del ladrillo.***Figura 30***Medición dimensional del ladrillo.*

Figura 31

Medición dimensional de alabeo del ladrillo.

**Figura 32**

Medición dimensional de alabeo del ladrillo.



Figura 33

Los ladrillos son llevados al horno para absorción de peso seco.

**Figura 34**

Los ladrillos son colocados a una tina con agua para la absorción y saturación del ladrillo.

