

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**UTILIZACIÓN DEL RASTROJO DE MAÍZ EN LA
FABRICACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES
PARA MUROS NO PORTANTES**

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

Autor: **Bach. Santos Sotomayor, Hermogenes**

Asesor: **Ing. Flores Espinoza, Carlos Gerardo**

Línea de investigación institucional: **Nuevas tecnologías y procesos**

Huancayo - Perú

2023

Asesor

Ing. Flores Espinoza, Carlos Gerardo

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a mis padres que siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, para ellos mi amor incondicional.

Bach. Santos Sotomayor, Hermógenes

Agradecimiento

El agradecimiento correspondiente a todos los que ayudaron en la elaboración y ejecución de esta tesis, sin su ayuda no hubiera sido posible.

Bach. Santos Sotomayor, Hermógenes

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0246 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

UTILIZACIÓN DEL RASTROJO DE MAÍZ EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES PARA MUROS NO PORTANTES

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. SANTOS SOTOMAYOR HERMOGENES**
Facultad : **INGENIERÍA**
Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**
Asesor(a) : **ING. FLORES ESPINOZA CARLOS GERARDO**

Fue analizado con fecha **04/07/2024**; con **168 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

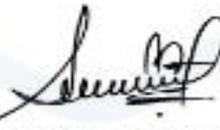
Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **20 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 04 de julio del 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA
Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADO

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
Presidente

Mtro. JAVIER REYNOSO OSCANO
Jurado

Mtro. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL
Jurado

Mtro. MANUEL IVAN MAITA PEREZ
Jurado

Mg. UNTIVEROS PEÑALOZA LEONEL

Secretario docente

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Descripción de la realidad problemática	17
1.2. Delimitaciones	22
1.2.1. Espacial	22
1.2.2. Temporal	23
1.2.3. Económica	23
1.3. Formulación y sistematización del problema	23
1.3.1. Problema general	23
1.3.2. Problemas específicos	24
1.4. Justificación	24
1.4.1. Social	24
1.4.2. Teórica	24
1.4.3. Metodológica	25
1.5. Objetivos	26
1.5.1. Objetivo general	26
1.5.2. Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II	27
MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.1.1. Antecedentes nacionales	27
2.1.2. Antecedentes internacionales	29
2.2. Bases teóricas o científicas	31
2.2.1. Maíz	31
2.2.1.1. Partes del maíz	32
2.2.1.2. Rastrojo de maíz	34
	vii

2.2.1.3. Cenizas de rastrojo de maíz	36
2.2.2.Ladrillo artesanal	37
2.2.2.1. Ensayo de variación dimensional	39
2.2.2.2. Ensayo de Alabeo	40
2.2.2.3. Ensayo para determinar la absorción	42
2.2.2.4. Ensayo de succión	43
2.2.2.5. Resistencia a la compresión	44
2.2.2.6. Ensayo módulo de rotura a tracción por flexión	45
2.2.2.7. Ensayos prismas de albañilería	47
2.2.2.8. Ensayo de compresión de pilas	48
2.2.2.9. Esbeltez	48
2.2.2.10. Construcción y número de pilas	50
2.2.2.11. Diseño de muretes	51
2.2.2.12. Muros no portantes	56
2.3. Marco conceptual:	57
CAPITULO III	59
HIPÓTESIS	59
3.1. Hipótesis general	59
3.2. Hipótesis específicas	59
3.3. Variables	59
3.3.1. Definición conceptual de la variable	59
3.3.2. Definición operacional de la variable	60
3.3.3. Operacionalización de la variable	61
CAPITULO IV	62
METODOLOGÍA	62
4.1. Método de investigación	62
4.2. Tipo de investigación	62
4.3. Nivel de investigación	63
4.4. Diseño de investigación	63
4.5. Población y muestra	64
4.5.1. Población	64
4.5.2. Muestra	64

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	65
4.6.1. Técnicas	65
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos	67
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	69
4.8. Técnicas y análisis de datos	78
CAPÍTULO V	80
RESULTADOS	80
5.1. Descripción del diseño tecnológico	80
5.2. Objetivo específico 01	81
4.2. Objetivo específico 02	88
4.3. Contrastación de hipótesis	100
CAPÍTULO VI	113
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	113
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXOS	124
Anexo 01: Matriz de consistencia	125
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	127
Anexo 03: Ensayos del laboratorio	129
Anexo 05: Panel Fotográfico	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Viviendas particulares en el Perú según departamento (2007-2017)</i>	19
Tabla 2: <i>Composición química del rastrojo de maíz</i>	37
Tabla 3: <i>Clasificación de las Unidades de Albañilería</i>	47
Tabla 4: <i>Factores de Corrección de $f'm$ por Esbeltez</i>	49
Tabla 5: <i>Incremento de $F'm$ y $V'm$ por Edad</i>	51
Tabla 6: <i>Resistencia a la compresión de los ladrillos</i>	82
Tabla 7: <i>Resistencia a la flexión de los ladrillos</i>	85
Tabla 8: <i>Peso específico de los ladrillos</i>	89
Tabla 9: <i>Porcentaje de absorción de los ladrillos</i>	93
Tabla 10: <i>Porcentaje de absorción de los ladrillos</i>	96

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Viviendas según material predominante (2007 – 2017).	21
<i>Figura 2.</i> Delimitación espacial	23
<i>Figura 3.</i> Partes de la planta de maíz.	33
<i>Figura 4.</i> Rastrojo de maíz.	34
<i>Figura 5.</i> Rastrojo de maíz Ceniza de rastrojo de maíz.	35
<i>Figura 6.</i> Rastrojo de maíz.	42
<i>Figura 7:</i> Diseño cuasi experimental	64
<i>Figura 8.</i> Secado de muestras.	70
<i>Figura 9.</i> Enfriamiento de muestras.	71
<i>Figura 10.</i> Saturación en agua de muestras.	71
<i>Figura 11.</i> Peso de muestras secas.	72
<i>Figura 12.</i> Peso de muestras sumergidas.	72
<i>Figura 13.</i> Peso de muestras secas al horno.	73
<i>Figura 14.</i> Verificación de las dimensiones.	73
<i>Figura 15.</i> Verificación de las dimensiones con calibrador.	74
<i>Figura 16.</i> Ensayo de flexión.	74
<i>Figura 17.</i> Ladrillo roturado por flexión.	75
<i>Figura 18.</i> Ladrillo con adición roturados por flexión.	75
<i>Figura 19.</i> Ladrillos cubiertos de yeso.	76
<i>Figura 20.</i> Reposo de ladrillos cubiertos de yeso.	76
<i>Figura 21.</i> Rotura por compresión de ladrillo.	77
<i>Figura 7.</i> Ladrillos producidos para la investigación.	81
<i>Figura 22.</i> Resultados de compresión en ladrillos.	83
<i>Figura 23.</i> Porcentaje obtenido en compresión.	84
<i>Figura 24.</i> Resultados de flexión en ladrillos.	86
<i>Figura 25.</i> Porcentaje obtenido en flexión.	87
<i>Figura 26.</i> Resultados de peso específico en ladrillos.	91
<i>Figura 27.</i> Porcentaje obtenido en peso específico.	92
<i>Figura 28.</i> Resultados de absorción en ladrillos.	95
<i>Figura 29.</i> Porcentaje obtenido en absorción.	96
<i>Figura 30.</i> Resultados de alabeo en ladrillos.	99

Figura 31. Porcentaje obtenido en alabeo.

100

RESUMEN

Se tuvo como problema: ¿De qué manera incide la utilización del rastrojo de maíz en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes?, su objetivo fue: Evaluar la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes, la hipótesis general: La utilización del rastrojo de maíz incide significativamente en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes. El estudio realizado utilizó un enfoque aplicado del método científico, con un diseño cuasi-experimental de tipo explicativo. La población de estudio consistió en 50 unidades de ladrillos con rastrojo de maíz. Estos detalles metodológicos son relevantes para comprender la naturaleza y alcance de la investigación realizada. La evaluación de la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes da como resultado que se tiene una incidencia significativa en la resistencia a la compresión, peso específico y absorción de la unidad de ladrillo, siendo el porcentaje de adición óptimo el 5% en función del peso del ladrillo, sin embargo, no se ha encontrado una incidencia significativa para la resistencia a la flexión, así como, el alabeo tampoco ha sido afectado.

Palabras claves: **rastrojo, maíz, ladrillos artesanales, muros no portantes.**

ABSTRACT

The problem addressed was: How does the use of corn stalks impact the production of handmade bricks for non-load-bearing walls? The objective was: To evaluate the impact of utilizing corn stalks in the production of handmade bricks for non-load-bearing walls. The general hypothesis: The utilization of corn stalks significantly affects the production of handmade bricks for non-load-bearing walls. The study employed an applied approach of the scientific method, using a quasi-experimental design with an explanatory nature. The study population consisted of 50 units of bricks made with corn stalks. These methodological details are relevant to understanding the nature and scope of the conducted research. The evaluation of the incidence of the use of corn stubble in the manufacture of artisanal bricks for non-load-bearing walls results in a significant incidence in the resistance to compression, specific weight and absorption of the brick unit, being the Optimum addition percentage 5% based on the weight of the brick, however, no significant incidence has been found for the resistance to flexion, nor has warping been affected.

Keywords: stubble, corn, handmade bricks, non-load-bearing walls.

INTRODUCCIÓN

El uso predominante de ladrillos en la construcción de viviendas se debe a sus cualidades de resistencia, capacidad sismorresistente y calidad de acabados. Es en ese sentido es que la presente investigación buscó investigar respecto a un nuevo componente orgánico como fue el RM, como aditivo para ladrillos artesanales, ya que estos ladrillos, son los más utilizados por la población, a pesar que no cuentan en su fabricación con estándares de calidad. Por ello, se tuvo el objetivo de evaluar la incidencia de la utilización del RM en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes, utilizándose el método científico para tal proceso y un diseño experimental a fin de verificar el cumplimiento de las normativas nacionales de construcción (NTP 331.017 y la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones). De esta manera, se pretendió aprovechar el RM, que generalmente se desperdicia tras la cosecha en la región Junín, y brindar una alternativa sostenible a la comunidad ingenieril.

En ese sentido, se han llevado a laboratorio 50 unidades de ladrillos con RM.

Se organizó el contenido de la siguiente manera:

- El primer capítulo aborda el problema, su fundamentación, justificación, delimitaciones y limitaciones de la investigación, así como los objetivos perseguidos.
- El segundo capítulo está dedicado al marco teórico, incluyendo los antecedentes de la investigación, el marco conceptual y la definición de los términos más relevantes, además de establecer las hipótesis.

- El tercer capítulo abarca la metodología, detallando la determinación de la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y el proceso de análisis de los resultados.
- El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos a partir de la investigación, en relación con los objetivos planteados.
- El quinto capítulo se centra en la discusión de los resultados obtenidos, comparándolos con los hallazgos de otros investigadores.
- Se formulan las conclusiones.
- Se adjuntan las recomendaciones.
- Se presentan los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La demanda de ladrillos ha crecido notablemente en América Latina, con especial énfasis en países como Perú, debido al auge urbano y la expansión de la industria de la construcción (Jara et al., 2019). No obstante, este incremento en la producción ha tenido efectos adversos en el medio ambiente y las comunidades locales. La extracción intensiva de arcilla necesaria para fabricar ladrillos ha provocado deforestación y erosión del suelo en varias regiones (Giesen & García, 2019). Además, la cocción de ladrillos en hornos tradicionales emite grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), lo que contribuye al cambio climático (Mejía & Romero, 2021).

En la región de Junín, Perú, el aumento en la producción de ladrillos ha intensificado los problemas ambientales y sociales. La sobreexplotación de recursos naturales y la generación de residuos de construcción y demolición han impactado negativamente en el entorno local (Jara et al., 2019). Es fundamental implementar medidas que aborden esta situación y promuevan alternativas más sostenibles.

La adopción de materiales biocompatibles en la fabricación de ladrillos se presenta como una solución viable y sostenible. Investigaciones han demostrado que materiales como adobe, bambú y bloques de tierra comprimida son opciones más ecológicas comparadas con los ladrillos convencionales (Giesen & García, 2019). Estos materiales son renovables, económicos y generan menos emisiones de carbono durante su producción. Además, su uso fomenta el empleo local y fortalece la economía de las comunidades (Mejía & Romero, 2021).

En Junín, el déficit habitacional y la alta demanda de viviendas son una realidad. La construcción de viviendas se ha vuelto esencial para satisfacer las necesidades de la población (El Peruano, 2021). Sin embargo, es crucial que el crecimiento urbano y la expansión de la industria de la construcción no se realicen a costa del medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades.

En este contexto, la adopción de materiales biocompatibles en la fabricación de ladrillos puede ser una solución viable para la construcción de viviendas sostenibles en la región. Estos materiales no solo reducirían el impacto ambiental, sino que también mejorarían la calidad de las viviendas existentes, ayudando a mitigar parte del déficit habitacional en términos de calidad de las viviendas.

Es necesario fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras que permitan la producción de ladrillos biocompatibles de alta calidad y a precios accesibles. Esto requerirá la colaboración entre el sector público, el sector privado y las instituciones académicas para impulsar la implementación de estas soluciones en la región de Junín. La siguiente tabla ilustra estos puntos:

Tabla 1: *Viviendas particulares en el Perú según departamento (2007-2017)*

Departamento	Censo 2007	Censo 2017
Total	7 566 142	10 102 849
Amazonas	112 680	138 806
Áncash	314 221	412 339
Apurímac	148 069	181 374
Arequipa	343 631	565 799
Ayacucho	222 831	277 528
Cajamarca	412 375	503 426
Prov. Const. del Callao	212 608	281 882
Cusco	358 498	444 986
Huancavelica	156 819	175 192
Huánuco	226 367	263 565
Ica	197 493	297 847
Junín	348 571	439 270
La Libertad	416 064	549 365
Lambayeque	268 235	353 973
Lima	2 123 751	2 969 869
Loreto	183 634	221 008
Madre de Dios	30 201	51 498
Moquegua	57 549	82 308
Pasco	77 677	93 982
Piura	408 419	558 102
Puno	498 658	605 503
San Martín	191 032	258 005
Tacna	99 665	150 915
Tumbes	55 348	80 439
Ucayali	101 746	145 868
Provincia de Lima 1/	1 854 950	2 607 336
Región Lima 2/	268 801	362 533

Fuente: INEI - Censos año 2007 y año 2017.

El uso predominante de ladrillos en la construcción de viviendas en la región de Junín se debe a sus propiedades de resistencia, capacidad para soportar cargas y características sismorresistentes, así como a la calidad de los acabados que proporciona (El Peruano,

2021). Estas características hacen que los ladrillos sean una opción popular y confiable para la construcción de viviendas en la región.

Es importante tener en cuenta que, si bien los ladrillos convencionales son ampliamente utilizados, también es necesario considerar alternativas más sostenibles y biocompatibles en la fabricación de ladrillos. Estas alternativas pueden brindar los mismos beneficios en términos de resistencia y sismorresistencia, al tiempo que reducen los impactos ambientales asociados con la producción convencional de ladrillos.

La creciente demanda de viviendas en la región de Junín, como se refleja en el incremento de 90,699 viviendas en un período de 10 años, subraya la necesidad de buscar soluciones constructivas que sean tanto resilientes como sostenibles. Esto implica considerar el uso de materiales biocompatibles, como los mencionados anteriormente, que puedan cumplir con los requisitos de resistencia y calidad de los acabados, al tiempo que minimizan el impacto en el medio ambiente. Esta situación se puede comprobar en la figura a continuación:

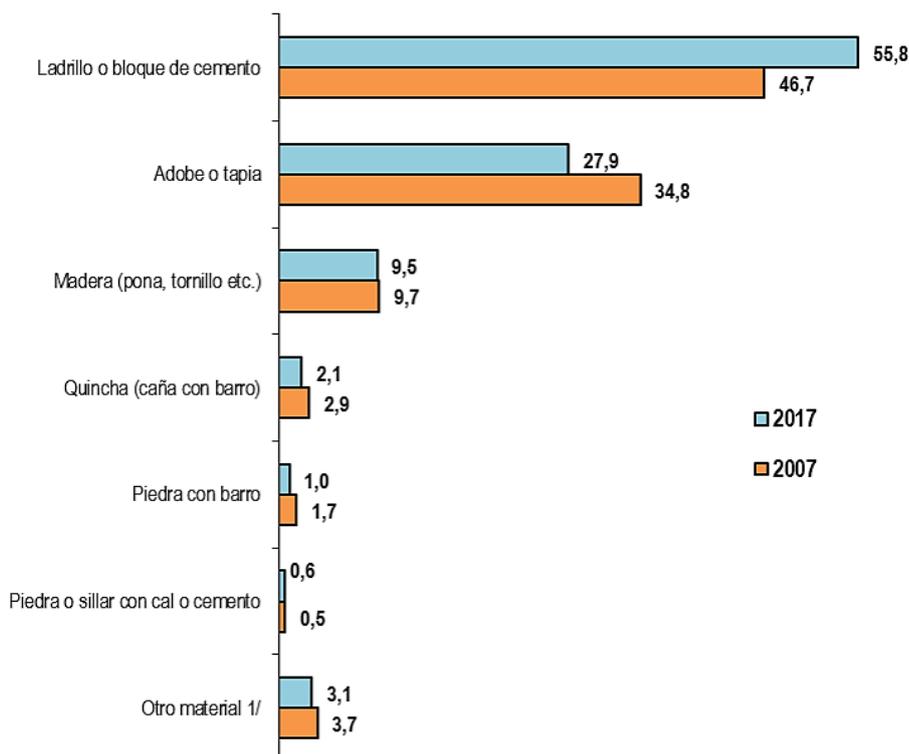


Figura 1. Viviendas según material predominante (2007 – 2017).

Tomada de “Perú: Perfil Sociodemográfico”, por INEI. 2017, p. 298.

El cultivo de maíz amiláceo en la región de Junín es una actividad agrícola de gran relevancia, con los agricultores de la sierra central siendo los principales productores de este maíz a nivel nacional, contribuyendo con un notable 9.2% de la producción agrícola total.

Este tipo de maíz se destina principalmente al autoconsumo de los habitantes de la región. Diversos productos derivados del maíz, como el choclo, la cancha, el mote, la harina precocida, el pan y las bebidas, son fundamentales en la dieta de la comunidad. Estos alimentos se consumen tanto en su forma natural como procesada, proporcionando nutrientes esenciales y una importante fuente de energía para la población local.

No obstante, durante la siembra y la cosecha del maíz, se genera una considerable cantidad de rastrojo, que son los residuos que quedan después de la cosecha. Este RM, en muchas ocasiones, se desecha o se quema, lo cual puede tener efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud.

Es importante señalar que existen prácticas sostenibles para manejar adecuadamente el RM, mediante técnicas agrícolas que fomentan su reutilización. Por ejemplo, el RM puede emplearse como material orgánico para compostaje, alimentación animal o incluso como fuente de energía renovable a través de la producción de biogás.

Esta investigación tiene como objetivo aprovechar el rastrojo, un subproducto disponible tras la cosecha del maíz, utilizándolo como fibra en la fabricación de ladrillos o unidades de albañilería para muros no portantes. La meta es garantizar que estos ladrillos cumplan con los estándares establecidos en la Norma Técnica E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, permitiendo su uso como una alternativa viable en la construcción en nuestra ciudad. A través de esta investigación, buscamos promover la reutilización de materiales orgánicos y contribuir al desarrollo de prácticas más sostenibles en el sector de la construcción.

1.2. Delimitaciones

1.2.1. Espacial

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Huancayo, de la provincia de Huancayo, de la región Junín.



Figura 2. Delimitación espacial
Tomada de <https://www.deperu.com/calendario/871/creacion-politica-de-la-provincia-de-huancayo>

1.2.2. Temporal

La realización de toda la investigación se realizó entre julio hasta el mes de junio de 2023.

1.2.3. Económica

El investigador fue quien financió íntegramente la realización de la presente investigación.

1.3. Formulación y sistematización del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera incide la utilización del rastrojo de maíz en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales?
2. ¿Cuál es la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Se justificó prácticamente ya que como refiere Bernal (2010), como señala Bernal (2010), la justificación práctica ofrece soluciones o estrategias para abordar el problema. Este tipo de justificación debe detallar las variables (sociedad, barrio, país, medio ambiente) que se beneficiarían si se implementan las estrategias de solución propuestas en el estudio.

En este contexto, la investigación se orientó a mejorar la resistencia de muros no portantes en el distrito de Huancayo utilizando ladrillos artesanales fabricados con rastrojo de maíz. El objetivo fue obtener muros no portantes más económicos, con un desempeño adecuado y la calidad necesaria.

1.4.2. Teórica

La justificación teórica se dio, ya que este tipo de justificación en una investigación se centra en la importancia del estudio para la teoría y la literatura existente. Según Bernal (2010), la justificación es la sección donde se fundamenta, argumenta y presenta las razones del porqué y para qué de la investigación, es decir, justificar una investigación implica

exponer los motivos por los cuales es necesaria y relevante para el campo de conocimiento al que pertenece.

En este contexto, la investigación aportó información teórica local relacionada con la mejora de la resistencia de muros no portantes en el distrito de Huancayo, utilizando ladrillos artesanales fabricados con RM procedente de las cosechas locales.

1.4.3. Metodológica

La justificación metodológica de este estudio radica en que el método utilizado en la investigación es un aporte en sí mismo, independientemente de los resultados obtenidos. Además, como señalaron Blanco y Villalpando (2012), una investigación se justifica metodológicamente cuando introduce un nuevo método o estrategia para generar conocimiento válido y confiable.

Por lo tanto, si un estudio se enfoca en desarrollar nuevos métodos o técnicas para generar conocimiento y explorar nuevas formas de investigación, se considera que tiene una justificación metodológica sólida. Proponiendo enfoques innovadores, la investigación no solo contribuye a la generación de conocimiento, sino que también enriquece y amplía el campo metodológico de la disciplina correspondiente.

Esta investigación ayudó a desarrollar una metodología para la producción de unidades de albañilería o ladrillos artesanales destinados a muros no portantes, utilizando RM. A lo largo del estudio, se determinará una dosificación óptima con un porcentaje adecuado de RM, permitiendo cumplir con las normativas vigentes.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia de la utilización del RM en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Determinar la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales.
2. Establecer la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Capcha y Rojas (2022) realizaron un estudio en Huancavelica para investigar la influencia de la ceniza de hoja de maíz y la ceniza de cáscara de trigo en la resistencia mecánica de ladrillos artesanales. Utilizaron un enfoque metodológico cuantitativo y descriptivo, aplicando el método hipotético-deductivo. Concluyeron que la combinación de 10% de ceniza de hoja de maíz y 10% de ceniza de cáscara de trigo en la fabricación de ladrillos artesanales mejora notablemente su resistencia a la compresión y tracción. Aunque estos ladrillos alcanzaron una resistencia a la compresión de 42.25 kg/cm², inferior al requisito de 50.00 kg/cm² de la NTP E 070, esta mezcla sigue mejorando la resistencia en comparación con ladrillos sin ceniza. Además, la resistencia a la tracción alcanzó 11.72 kg/cm², superando el requisito de 6.00 kg/cm² de la NTP E 070. Sin embargo, ladrillos con mayores porcentajes de ceniza de maíz (30%) y de trigo (30%) no

cumplieron con los mínimos requeridos, mostrando resistencias de 5.48 kg/cm² a la compresión y 3.08 kg/cm² a la tracción.

Guerra (2019) realizó un estudio en Chimbote para determinar la resistencia a la compresión de ladrillos sustituidos en un 23% por una combinación de conchas de abanico (15%) y RM (8%). Emplearon un enfoque cuantitativo con un diseño experimental y ensayos de laboratorio. Los resultados mostraron que las conchas de abanico calcinadas a 900°C pierden el 43% de su masa, y el RM calcinado a 450°C pierde el 18%. La Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X reveló que las cenizas de RM contienen 49.122% de SiO₂ y las de conchas de abanico 84.298% de CaO. Los ensayos de pH indicaron que tanto las conchas de abanico (12.65) como las cenizas de RM (11.17) y su mezcla (12.71) son alcalinas y compatibles con el cemento (12.54). Se diseñó una mezcla con una relación a/c=0.84 para ladrillos con una resistencia de 130 kg/cm² y consistencia seca. Los ladrillos con 8% de cenizas de RM y 13% de conchas de abanico alcanzaron una resistencia de 101.36 kg/cm² después de 28 días de curado en agua, no cumpliendo con la norma E-070.

Maucaylle (2023) investigó el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas en muros construidos con ladrillos artesanales adicionando cenizas de totora y raqui de maíz en Apurímac. Concluyó que las pruebas físicas y mecánicas mostraron que, al añadir CRM y CT, las muestras con mayores adiciones tienden a deformarse ligeramente pero se mantienen dentro de los límites de la NTP E-070. Aunque el alabeo aumenta con mayores porcentajes de adición, sigue cumpliendo con el estándar máximo

permitido. La absorción y succión disminuyen con las dosificaciones, mejorando la adherencia del mortero y contribuyendo a la durabilidad y resistencia del muro, cumpliendo con la normativa. Las propiedades mecánicas también mejoran, con aumentos en la resistencia a la compresión simple y axial en pilas, así como en la resistencia a la compresión diagonal, superando los valores mínimos requeridos por la NTP E-070. Todas las dosificaciones mejoraron las propiedades del material dentro del rango de aceptación normativa.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Alarcón y Burgos (2022) desarrollaron un prototipo de ladrillo tradicional utilizando cascarilla de arroz y tusa de maíz reciclados para muros de estructuras civiles en Guayaquil, Ecuador. La investigación, con un enfoque explicativo, se fundamentó en el método científico. Se concluyó que la dosificación de cada prototipo se calculó mediante pesaje en báscula y moldes de cartón, adaptándose adecuadamente a la fabricación del ladrillo. Los resultados demostraron que el producto final era resistente y presentaba características medibles entre los prototipos. La incorporación de estos materiales fue beneficiosa debido a sus componentes químicos, que al mezclarse con la arcilla, mejoraron las propiedades del ladrillo. Una tabla comparativa mostró que el prototipo 1 tenía mejores características de absorción en comparación con los ladrillos tradicionales, evaluados a través de las mismas pruebas aplicadas tanto a los ladrillos con desechos agrícolas como a los convencionales.

Gonzales y Lizárraga (2018) evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de arcilla recocida elaborados con residuos agrícolas como el maíz en Chiapas, México. Su investigación, de nivel explicativo, utilizó un enfoque experimental. Los resultados indicaron que es viable incorporar residuos agrícolas en la fabricación de ladrillos, siempre que la calidad de la arcilla lo permita. Para alcanzar la resistencia a la compresión en ladrillos estructurales, la temperatura de cocción debe elevarse a alrededor de 1,000°C, mientras que para ladrillos no estructurales se recomienda 900°C. Se puede añadir hasta un 4% en peso de residuos como cascabillo de café y olote, aunque la cáscara de coco no cumple con los requisitos de absorción. La incorporación de estos residuos añade valor y evita su incineración, que contamina el suelo, agua y aire. Se recomienda continuar investigando la adición de residuos agrícolas con arcillas de mejor calidad y realizar estudios de densidad, conductividad térmica y ahorro energético para comparar con ladrillos tradicionales.

López y Guerrero (2020) llevaron a cabo una investigación en Colombia para elaborar bloques ecológicos utilizando sistemas de producción alternativos para la construcción de viviendas sostenibles. Utilizaron la tusa de maíz como uno de los elementos orgánicos, aplicando el método científico y un diseño experimental. Concluyeron que hay una gran oportunidad para obtener resultados positivos que inspiren ideas de emprendimiento. Los ladrillos ecológicos son cruciales para proyectos de construcción, arquitectura e ingeniería, abordando problemas ecológicos, económicos y sociales en el valle de Sibundoy en Putumayo. Las

propiedades físicas y mecánicas del producto cumplen con las normativas de construcción. La optimización de construcciones y los beneficios comparativos por metro cuadrado de muro construido destacan la eficiencia del nuevo producto, que aunque más costoso, resulta más resistente y rentable, además de reducir el impacto ambiental negativo de los ladrillos de arcilla cocida. Es esencial para los constructores desarrollar este proyecto, profundizando en la investigación para probar su viabilidad en la región e incentivando un mercado en la construcción con técnicas novedosas y resultados eficientes en ingeniería y arquitectura. Utilizar el suelo local como material puede reducir costos de transporte y mejorar la eficiencia de la mano de obra, considerando solo los costos de producción sin margen de utilidad para obras específicas.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Maíz

De acuerdo con Sheyla (2018), el maíz, científicamente conocido como *Zea mays*, es una planta anual que pertenece a la familia de las gramíneas. A diferencia de otros cereales, el maíz es una especie monoica, lo que significa que posee flores masculinas y femeninas en la misma planta, aunque ubicadas en diferentes inflorescencias. Esta particularidad hace que la polinización del maíz sea principalmente cruzada, es decir, el polen de una planta se transfiere a los órganos reproductivos de otra planta.

2.2.1.1. Partes del maíz

El maíz es una planta de enorme relevancia tanto en la alimentación humana como en la industria. Su anatomía está compuesta por múltiples componentes esenciales que cumplen roles específicos en su crecimiento y desarrollo.

El tallo del maíz es fundamental y se distingue por su resistencia y estabilidad. Su principal función es soportar el peso de las mazorcas para prevenir su ruptura. El tallo está formado por diversas capas, incluyendo una epidermis exterior impermeable y transparente, así como una pared interna por donde circulan nutrientes, especialmente azúcares.

Las hojas del maíz constituyen otra parte crucial de la planta. Crecen lentamente y pueden alcanzar entre 16 y 22 hojas. Estas hojas crecen de manera alterna y opuesta, naciendo en cada nodo de la planta. Son alargadas y cuelgan hacia abajo, alcanzando alturas de hasta 10 pies (3,048 m) cuando la planta alcanza su fase de caña.

Las raíces del maíz desempeñan un papel vital en la subsistencia de la planta. Su función primordial es absorber y transportar los nutrientes del suelo hacia todas las partes del maíz. El maíz posee dos tipos de raíces: las raíces primarias, fibrosas, y las raíces adventicias, que emergen en los primeros nudos por encima del suelo. Ambos tipos de raíces son cruciales para el sustento de la planta, si bien su abundancia de raíces superficiales hace al maíz vulnerable a la sequía y poco tolerante a suelos pobres en nutrientes.

La inflorescencia del maíz es una característica distintiva de la planta. Al ser monoica, presenta flores unisexuales masculinas y femeninas en la misma planta. Estas inflorescencias son claramente diferenciables y son responsables de la reproducción y formación de las mazorcas.

La floración del maíz conduce a la formación de la mazorca, el fruto de la planta. La mazorca tiene forma cilíndrica y puede medir entre 15 y 39 centímetros de longitud. Está compuesta por varias partes, siendo los granos la parte comestible y más valorada de la mazorca. Además de los granos, la mazorca está unida a la planta mediante la chala o pedúnculo, que juega un papel crucial en su desarrollo y sujeción. El maíz es una planta con una estructura compleja y diversas partes que desempeñan funciones específicas en su crecimiento y reproducción. Desde el resistente tallo hasta la formación de las mazorcas, cada componente del maíz contribuye al ciclo de vida de la planta y subraya su importancia en la alimentación humana y en la industria..

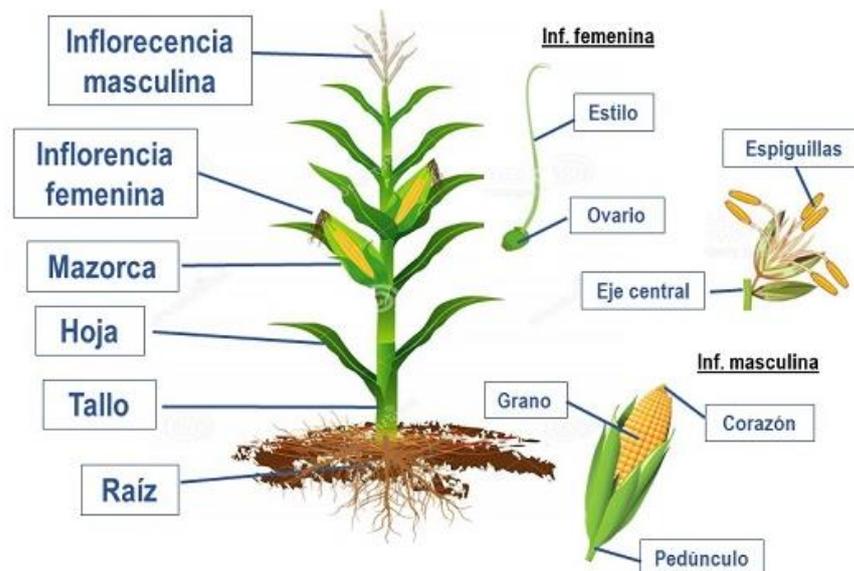


Figura 3. Partes de la planta de maíz.

Tomado de: “Perú: Perfil Sociodemográfico”, por INEI. 2017, p. 298.

2.2.1.2. Rastrojo de maíz

Se refiere al residuo que queda después de la recolección del cereal. Según Escalera et al. (2008), es el material vegetal que queda en el campo una vez que se ha cosechado el maíz.

El cultivo de maíz genera una cantidad significativa de desechos. Según investigaciones de la FAO citadas por Chic (2014), se estima que una hectárea de cultivo de maíz produce alrededor de 1,55 toneladas de residuos de tallos. El grano seco representa entre el 30 y el 55,9 por ciento del peso total de la planta seca, lo que significa que el porcentaje restante se considera desperdicio.

En general, se estima que alrededor del 70 por ciento de la planta de maíz se considera basura, mientras que la fracción útil se limita al grano de maíz. Esto implica que gran parte de la planta se considera desecho, según Chic (2014).



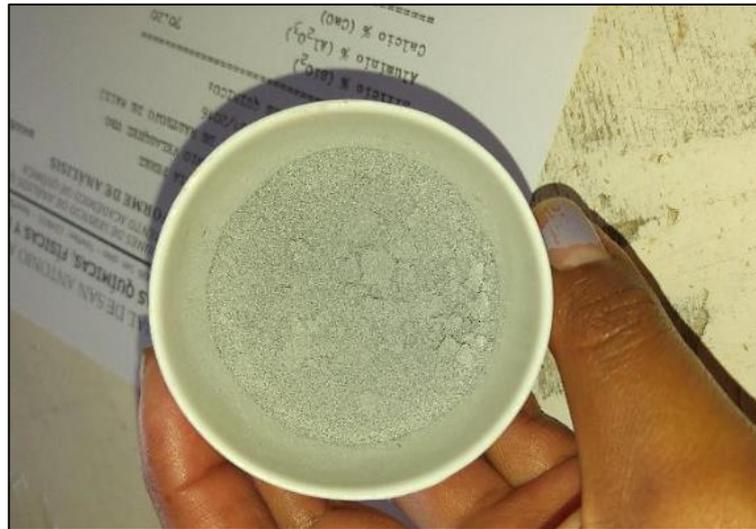
Figura 4. Rastrojo de maíz.

Tomado de “Manejo de la soca de maíz”, por Reyes. 2018, párr. 1.

El RM se refiere a la planta seca del maíz. Según Galicia y Velásquez (2016), al ser calcinado a 400°C, el rastrojo alcanza una composición que incluye

Caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, $\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3$, $\text{KCa}(\text{PO}_3)_3$) y sanidina ($(\text{Na},\text{K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$), que son minerales con alta composición de puzolana.

Estos resultados sugieren que el RM posee propiedades puzolánicas, lo que implica que podría tener aplicaciones en la industria de la construcción como un



aditivo en la producción de cemento o concreto, debido a sus características de reactividad y capacidad de mejorar las propiedades del material cementante.

Figura 5. Ceniza de rastrojo de maíz.

Tomado de Galicia et al. 2016, p. 38).

Los residuos a utilizar en este estudio incluyen rastrojos madurados, secos y fibrosos, principalmente de maíz o sorgo. Estos residuos tienen un bajo contenido de nitrógeno y un alto contenido de carbón. Se desintegran gradualmente y liberan sustancias que enriquecen el suelo.

También se consideran residuos nutritivos y sanos, como las leguminosas, especialmente los frijoles, que son ricos en nitrógeno. Estos residuos se descomponen más rápidamente y liberan nutrientes de forma más inmediata.

En el caso específico de las laderas, se recomienda utilizar la técnica del mulching, que consiste en cubrir la superficie del suelo con hojas, forraje u otros

materiales orgánicos. Esta práctica ayuda a retener la humedad en el suelo y a crear humus, mejorando las condiciones de cultivo en zonas secas.

En resumen, se sugiere una combinación de rastrojos madurados y residuos nutritivos para su uso en este estudio. Además, se destaca la importancia del mulching como una estrategia efectiva para conservar la humedad y enriquecer el suelo en áreas con condiciones secas.

2.2.1.3. Cenizas de rastrojo de maíz

Las cenizas son subproductos que se generan a partir de la combustión del carbón o de la cáscara de arroz. Según Rivva (2010), estas cenizas contienen partículas esféricas de tamaño muy pequeño y presentan propiedades puzolánicas. Esto significa que pueden reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio presente en el cemento, formando compuestos que mejoran las propiedades del concreto.

Debido a sus propiedades puzolánicas, las cenizas pueden ser utilizadas en la fabricación del cemento como un aditivo, o bien, pueden formar parte de la mezcla de concreto. Al incorporar las cenizas en el cemento o en la mezcla de concreto, se pueden obtener beneficios como el aumento de la resistencia, la durabilidad y la trabajabilidad del material.

Por ello, las cenizas provenientes de la combustión del carbón o de la cáscara de arroz son subproductos que presentan propiedades puzolánicas y pueden ser utilizadas en la industria del cemento y el concreto para mejorar las características de los materiales.

De acuerdo con Escalera et al. (2008), el RM, una vez sometido a combustión, puede ser utilizado como un reemplazo parcial del cemento en

morteros y hormigones. Esta aplicación del RM no solo ayuda a gestionar el residuo generado, sino que también contribuye a reducir el consumo de cemento Portland.

Galicia y Velásquez (2016) señalan que el RM, al ser calcinado a 400°C, adquiere una composición rica en puzolana. La puzolana es un material silíceo o silíceo aluminoso que, en forma de polvo fino y en presencia de humedad, reacciona con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento Portland. Esta reacción química da lugar a la formación de silicato de calcio hidratado y otros compuestos cementantes, como mencionan Kosmatka et al. (1992).

La composición química del RM es la siguiente:

Tabla 2: *Composición química del RM*

COMPONENTE	SIMBOLOGÍA	% EXISTENTE
Silicio	(SiO ₂)	70.20%
Aluminio	(Al ₂ O ₃)	0.88%
Calcio	(CaO)	5.10%

Fuente: INEI - Galicia et al. 2016.

2.2.2. Ladrillo artesanal

El ladrillo es una pieza cerámica fundamental en la construcción, moldeada a partir de arcilla u otros materiales terrosos y sometida a cocción para mejorar su resistencia. Tradicionalmente, se fabrica de manera artesanal mediante procedimientos manuales o con maquinaria elemental, lo que le confiere acabados distintivos y variaciones entre unidades individuales (Moreno, 1981).

Desde tiempos antiguos, el ladrillo ha sido empleado en construcciones, inicialmente secado al sol y luego cocido en hornos para obtener mayor durabilidad y uniformidad (López-Arce, 2012). En Perú, la Norma Técnica Peruana 331.017 (2003) define el ladrillo como una unidad de albañilería moldeada, prensada o extruida, y tratada térmicamente a altas temperaturas para cumplir con estándares de calidad rigurosos.

Las normativas como la NTP E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifican requisitos esenciales para los ladrillos, incluyendo la ausencia de impurezas, buena cocción, color uniforme y resistencia adecuada para su uso en diversas condiciones de servicio.

El ladrillo es una pieza clave en la construcción, manufacturada con métodos artesanales o industriales, y debe cumplir con normativas específicas para garantizar su calidad y desempeño en edificaciones de diferentes niveles de exigencia.

Las propiedades del ladrillo se pueden dividir en dos categorías principales: mecánicas y relacionadas con la durabilidad.

Gallegos (2005) indicó que en términos de resistencia mecánica, el ladrillo debe demostrar una alta resistencia a la compresión para soportar cargas verticales sin deformaciones ni fracturas. Además, la variabilidad dimensional del ladrillo, que se refiere a las posibles fluctuaciones en sus dimensiones en comparación con las medidas estándar, incluyendo la altura, puede influir significativamente en la precisión y calidad de las construcciones. Los alabeos, que son irregularidades en las superficies de asiento del ladrillo, también son importantes debido a su impacto potencial en la estabilidad y nivelación de las estructuras construidas.

En cuanto a las propiedades de durabilidad, la absorción es crítica, ya que afecta la capacidad del ladrillo para retener agua líquida, lo cual puede comprometer su resistencia y durabilidad, especialmente en condiciones climáticas adversas. La resistencia a la congelación es otra propiedad clave, asegurando que los ladrillos puedan resistir sin daños los efectos de las bajas temperaturas y la formación de hielo. La resistencia al fuego es esencial para los ladrillos utilizados en estructuras que requieren protección contra altas temperaturas, como en caso de incendios. Finalmente, algunos ladrillos de arcilla pueden ofrecer propiedades de aislamiento térmico debido a su baja conductividad térmica, lo que contribuye a la eficiencia energética en la construcción al limitar la transferencia de calor.

2.2.2.1. Ensayo de variación dimensional

La prueba de variación de dimensiones en los ladrillos de albañilería es importante para determinar la dispersión de las medidas de las diferentes unidades y, a su vez, para establecer el espesor adecuado de las juntas en los muros de albañilería. Esto se debe a que cada ladrillo presenta diferencias en su largo, ancho y alto, así como deformaciones en la superficie que pueden ser concavidades o convexidades.

Estas imperfecciones geométricas influyen en la construcción de albañilería, ya que requieren que se utilicen juntas de mortero de mayor espesor para compensar las irregularidades de los ladrillos. A mayor imperfección, se necesitará un mayor espesor de juntas.

El autor Ángel San Bartolomé menciona que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales, adicionales al mínimo requerido de 10

mm, la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en un 15%. Además, también disminuye la resistencia al corte. Por lo tanto, es crucial determinar las dimensiones de los ladrillos y ajustar el espesor de las juntas de manera adecuada para garantizar la resistencia y durabilidad de la construcción de albañilería.

Para realizar esta prueba, se utilizan instrumentos como una regla graduada al milímetro, preferentemente de acero inoxidable, de 300 mm de longitud, o un calibrador de mordazas paralelas con una escala graduada entre 10 mm y 300 mm, y divisiones correspondientes a 1 mm. Estos instrumentos permiten medir con precisión las dimensiones de los ladrillos y evaluar su variabilidad.

Al seguir este procedimiento, se puede obtener información precisa sobre las dimensiones de los ladrillos y su variabilidad. Esto proporciona datos importantes para determinar el espesor adecuado de las juntas en los muros de albañilería y asegurar la calidad de la construcción.

La prueba de variación de dimensiones es fundamental para determinar el espesor adecuado de las juntas en los muros de albañilería, considerando las imperfecciones geométricas de los ladrillos. Esto contribuye a garantizar la resistencia y estabilidad de la construcción de albañilería.

2.2.2.2. Ensayo de Alabeo

En la determinación del espesor de la junta en los muros de albañilería, una propiedad física importante a considerar es el alabeo de los ladrillos. El alabeo se refiere a la presencia de concavidades o convexidades en las superficies de asiento de los ladrillos, lo cual puede afectar el área de contacto con el mortero y, a su vez, impactar en la resistencia a compresión, fuerza cortante y posibles fallas de tracción por flexión.

El autor Ángel San Bartolomé (2011) define este ensayo como la medición del mayor alabeo presente en los ladrillos, y señala que a medida que aumentan las medidas de alabeo, se requerirá un mayor espesor de junta. Esto se debe a que el alabeo puede generar vacíos en las juntas horizontales, reduciendo el área de contacto efectiva con el mortero y debilitando la resistencia de la estructura.

La NTP 399.613, norma técnica peruana, establece que para realizar la medición del alabeo se requiere un instrumento de medición como una regla graduada de acero con divisiones desde 1 mm en uno de sus extremos. También se puede utilizar una cuña de medición con dimensiones de 60 mm de longitud, 12.5 mm de ancho y 12.5 mm de espesor en uno de sus extremos.

Al medir el alabeo de los ladrillos, se puede evaluar la planitud de las superficies de asiento y determinar el espesor adecuado de las juntas para compensar las irregularidades. Esto contribuye a garantizar una adecuada resistencia estructural y evitar posibles fallas en los ladrillos debido a las cargas aplicadas.

En cuanto a la muestra, se deben seleccionar 10 unidades enteras y secas para cada porcentaje incorporado de almidón de papa evaluado, que son 0%, 5%, 10% y 15%.

Para realizar las mediciones de alabeo se requieren dos cuñas de acero graduadas a medio milímetro como instrumentos de medición.

Es importante seguir estos procedimientos y registrar los resultados obtenidos para determinar la concavidad y/o convexidad de los ladrillos en cada caso. Estas mediciones permitirán evaluar el efecto del almidón de papa en el

alabeo de los ladrillos y su posible influencia en el espesor de las juntas en la construcción de muros de albañilería.

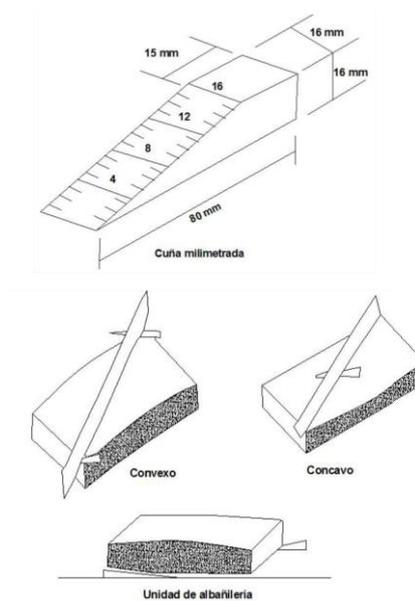


Figura 6. RM.

Tomado de “Medida de la Concavidad y Convexidad del Ladrillo”, por NTP 399.613. 2005

2.2.2.3. Ensayo para determinar la absorción

La absorción del ladrillo es una medida de su impermeabilidad y se refiere a la capacidad de retener agua en estado líquido. Según las Normas Peruanas, la absorción de los ladrillos no debe ser mayor al 22%. Si la unidad de albañilería es porosa y absorbe una cantidad excesiva de agua, será menos resistente a la intemperie y su adherencia al mortero se verá comprometida.

La limitación de la absorción establecida en las normas se debe a que la principal causa de la durabilidad de los ladrillos es el intemperismo, y las unidades porosas son menos resistentes a la acción de la intemperie. Sin embargo, es

importante destacar que este aspecto pierde importancia cuando los muros tienen un recubrimiento suficiente que los protege de las condiciones climáticas adversas.

Los valores máximos de absorción establecidos en las normas son aplicables en situaciones en las que se requiere utilizar los ladrillos en contacto constante con agua o con el terreno, sin ningún tipo de recubrimiento protector.

La absorción del ladrillo es un indicador de su impermeabilidad y su valor máximo establecido en las normas tiene en cuenta la necesidad de evitar que unidades porosas sean utilizadas en condiciones en las que estarían expuestas constantemente al agua sin protección adecuada.

$$Absorcion(\%) = P_{sat} - P_s * 100$$

En donde:

P_{sat} = Peso saturado 24 horas en agua fría en kg.

P_s = Peso seco en kg.

2.2.2.4. Ensayo de succión

Es cierto que los ladrillos con una alta capacidad de absorción pueden presentar dificultades en la adhesión con el mortero durante la construcción. Si los ladrillos absorben rápidamente el agua del mortero, este puede perder parte de su contenido de agua, lo que resulta en una deformación y endurecimiento prematuro del mortero antes de que se logre un contacto completo con la cara del siguiente ladrillo. Esto puede dar como resultado una unión deficiente y permeable al agua.

Para abordar este problema, se establece el requisito de saturar los ladrillos con succiones excesivas antes de su uso. Esto implica sumergir completamente los ladrillos en agua durante un período de tiempo determinado para que se saturen por completo. Al saturar los ladrillos, se reduce su capacidad de absorción de agua

durante la construcción, lo que permite una mejor adhesión con el mortero y una unión más resistente.

El criterio de succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm² se utiliza como guía para determinar la necesidad de saturar los ladrillos antes de su uso. Si los ladrillos superan este umbral de succión, se considera indispensable saturarlos para garantizar una adhesión adecuada con el mortero.

En resumen, la saturación de los ladrillos con succiones excesivas antes de su uso es un requisito importante para garantizar una unión adecuada y resistente entre el mortero y el ladrillo durante la construcción. Esto ayuda a prevenir problemas de adhesión y asegura que las uniones sean duraderas y permeables al agua.

2.2.2.5. Resistencia a la compresión

El ensayo de resistencia a la compresión en la unidad de albañilería es de gran importancia, ya que proporciona información sobre la durabilidad y calidad de la unidad ensayada. La resistencia a la compresión es un indicador clave de la capacidad de la albañilería para soportar cargas y resistir factores externos como la intemperie u otros agentes de deterioro.

La resistencia a la compresión de la albañilería está influenciada por varios componentes, entre los que se encuentran: la resistencia a la compresión del ladrillo utilizado (f'_b), la geometría y perfección del ladrillo, la calidad del mortero utilizado para el asentado de los ladrillos y la calidad de la mano de obra involucrada en la construcción.

Es importante tener en cuenta que la forma de falla en la prueba de compresión de la unidad de albañilería difiere de la prueba individual del ladrillo.

En la prueba de la unidad de albañilería, la falla ocurre por una combinación de compresión axial y tracción lateral, causada por el escurrimiento del mortero de las juntas. En cambio, en la prueba individual del ladrillo, la falla ocurre por aplastamiento o corte.

En resumen, la resistencia a la compresión de la albañilería es una propiedad fundamental que define tanto su calidad estructural como su resistencia a factores externos. Es influenciada por varios componentes, y los resultados de este ensayo son indicadores clave de la durabilidad y calidad de la unidad de albañilería ensayada.

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

En donde:

$f'b$ = es la resistencia a la compresión del ladrillo en kg/cm².

P = es la carga de rotura aplicada indicada por la máquina en da kg.

A = es el promedio del área superior tomando tres medidas en cm².

2.2.2.6. Ensayo módulo de rotura a tracción por flexión

La resistencia a la compresión es una propiedad importante de la albañilería, pero también es importante considerar la resistencia a la tracción, ya que ambos aspectos están relacionados.

Cuando un prisma de albañilería es sometido a una carga de compresión, la primera falla generalmente ocurre al rajarse verticalmente los ladrillos. Esto se debe a la tracción lateral generada por la tendencia del mortero a fluir lateralmente y escapar entre los ladrillos. En este sentido, el comportamiento de la albañilería bajo carga compresiva está influenciado tanto por la resistencia a la compresión del ladrillo como por su resistencia a la tracción.

Un aumento en la resistencia a la tracción del ladrillo se traduce en un aumento de la resistencia a la compresión de la albañilería, ya que el ladrillo tiene una mayor capacidad para resistir la tracción lateral y evitar el rajado vertical. Por lo tanto, el módulo de ruptura, que es una medida aproximada de la resistencia a la tracción del ladrillo, puede considerarse como un indicador de la resistencia a la compresión de la albañilería.

En resumen, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción son propiedades interrelacionadas en la albañilería. Mejorar la resistencia a la tracción del ladrillo contribuye a aumentar la resistencia a la compresión de la albañilería, y el módulo de ruptura del ladrillo puede utilizarse como una medida aproximada de su resistencia a la tracción y, por ende, de la resistencia a la compresión de la albañilería.

- El módulo de rotura se calcula con la siguiente ecuación:

$$f_r = \frac{23 PL}{bh^2}$$

En donde:

f_r es el módulo de rotura, en kg/cm².

P es la carga de rotura, en kg.

L es la distancia entre apoyos, en centímetros.

b es el ancho promedio del espécimen cara a cara, en centímetros.

h es el espesor promedio del espécimen cara a cara, en centímetros.

Tabla 3: *Clasificación de las Unidades de Albañilería.*

Clase	Variación de la Dimensión			Alabeo (max.en mm)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
	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)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4,9(50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2,0(20)

2.2.2.7. Ensayos prismas de albañilería

Las muestras denominadas pilas y muretes, construidas utilizando unidades de albañilería, son diseñadas con propiedades y características similares a las de un muro portante de albañilería confinada.

Los ensayos realizados en las pilas y muretes nos permitirán obtener resultados que nos ayudarán a calcular las resistencias a compresión (f'm) en el caso de las pilas, y a corte (V'm) en el caso de los muretes. Estos ensayos también nos permitirán analizar y comprender el comportamiento estructural de los muros de albañilería confinada frente a eventos sísmicos y su capacidad de carga. Además, nos ayudarán a predecir posibles formas de falla de la albañilería.

Los resultados obtenidos en estos ensayos serán de gran importancia para el diseño de muros portantes de albañilería confinada. Con base en estos resultados, se podrán establecer criterios más precisos y seguros para la

construcción de estructuras de albañilería, considerando su resistencia y comportamiento ante cargas y eventos sísmicos.

2.2.2.8. Ensayo de compresión de pilas

Las pilas son muestras de albañilería que consisten en la disposición de dos o más hiladas de unidades de albañilería, las cuales están unidas entre sí mediante capas horizontales de mortero. Estas pilas se construyen con el propósito de someterlas a ensayos de compresión axial utilizando máquinas de ensayo.

Mediante estos ensayos de compresión axial, se busca obtener valores que nos permitan determinar la resistencia a compresión axial (f_m) y el módulo de elasticidad de la albañilería (E_m). Estos valores son fundamentales para poder diseñar muros portantes de albañilería confinada, ya que nos proporcionan información sobre la capacidad de carga y el comportamiento estructural de la albañilería.

Al realizar los ensayos de compresión axial en las pilas, se aplicará una carga gradualmente creciente sobre la muestra, hasta que ocurra la falla. De esta manera, se obtendrán los datos necesarios para determinar la resistencia y elasticidad de la albañilería, lo que permitirá realizar un diseño estructural adecuado y seguro de muros portantes de albañilería confinada.

2.2.2.9. Esbeltez

La esbeltez en las pilas de albañilería se define como la relación entre la altura (e) y el espesor (b) de la pila, expresada como e/b . Este valor de esbeltez está determinado por la normativa, que establece un rango de valores entre 2 y 5. La esbeltez es un factor importante a considerar en el diseño de las pilas, ya que influye en el número de hiladas y, por ende, en la altura y resistencia de la pila.

Un estudio experimental realizado por San Bartolomé y Mendoza en la Universidad Pontificia Católica del Perú investigó la corrección por esbeltez en pilas de albañilería utilizando diferentes tipos de unidades de albañilería, como ladrillos de arcilla y concreto. Se realizaron ensayos en pilas de 2, 3, 4 y 5 hiladas. Los resultados mostraron que a menor número de hiladas, la resistencia era mayor, lo que indica que valores más altos de esbeltez están asociados con una menor resistencia.

Como conclusión, se recomienda construir las pilas con una esbeltez de 5, según lo especificado por la normativa E 070. Además, se sugiere que las pilas estén compuestas por no menos de 3 hiladas para obtener resultados más realistas en los ensayos, ya que contienen más unidades de albañilería.

La norma E 070 proporciona una tabla con factores de corrección por esbeltez, que deben ser tenidos en cuenta en el diseño de las pilas de albañilería. Estos factores permiten ajustar la resistencia calculada de acuerdo con el valor de esbeltez de la pila.

Tabla 4: *Factores de Corrección de $f'm$ por Esbeltez.*

°	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma Técnica Peruana E. 070

2.2.2.10. Construcción y número de pilas

Antes de proceder al asentado de los ladrillos, se llevó a cabo un proceso de humedecimiento de las unidades de albañilería durante un periodo de media hora. Esto se hizo con el propósito de evitar que la albañilería absorba la humedad del mortero. Se utilizarán pilas de 5 hiladas, lo que implica una esbeltez de valor 5, de acuerdo con las recomendaciones establecidas.

La cantidad de pilas a construir dependerá de la zona sísmica, el número de pisos y el área techada, según lo establecido en la norma E 070. Para el departamento de Junín, que está clasificado como zona sísmica 3 según la NTP E 030, y considerando la construcción de edificaciones de 3 a 5 pisos, se requerirá un total de 3 pilas por lugar de fabricación.

Es importante destacar que el espesor de la junta horizontal, es decir, el espacio entre los ladrillos, debe cumplir con un mínimo de 10 mm, como especifica la norma NTP E 070. Este valor garantiza una adecuada distribución del mortero y contribuye a la resistencia y estabilidad de la albañilería.

Estos aspectos mencionados son consideraciones importantes en la construcción de las pilas de albañilería, asegurando que se cumplan los estándares establecidos por las normativas correspondientes.

REALIZACIÓN DE ENSAYO EN PILAS:

Es adecuado que los prismas de albañilería descansen 28 días desde su fabricación. Para la presente investigación se realizará cuando las pilas cumplan la edad de 15 días, al cual se le aplicará el factor por corrección a la edad de 14 días según la siguiente tabla

Tabla 5: *Incremento de $F'm$ y $V'm$ por Edad.*

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: Norma Técnica Peruana E 070.

Se realizará, el ensayo con una carga aplicada a una velocidad de 4 ton/min, hasta que se produzca rotura por aplastamiento en las pilas. Durante el comportamiento que desempeñe las pilas ante las cargas axiales se analizará la forma en la que fallan estos prismas.

2.2.2.11. Diseño de muretes

En este ensayo, se construirá un murete a escala utilizando los ladrillos de arcilla que están siendo estudiados. Mediante ensayos mecánicos, el murete será sometido a una fuerza diagonal específica para medir con precisión la resistencia a la compresión diagonal ($V'm$) de la albañilería. Además, se utilizará instrumentación especial adicional para medir el módulo de corte de la albañilería ($G'm$). Ambos parámetros son importantes para comprender el comportamiento estructural del muro y son considerados en el diseño.

La NTP 399.621 establece el tamaño de esta muestra como el mínimo tamaño razonable que pueda representar de manera adecuada un muro de

albañilería a escala natural. A través de estos ensayos, se busca evaluar cómo el murete responde a las fuerzas aplicadas y obtener resultados que ayuden en el diseño de estructuras.

Estos ensayos proporcionarán información valiosa sobre el comportamiento y la resistencia de la albañilería frente a las cargas diagonales, lo que contribuirá a una mejor comprensión de su desempeño estructural y a la optimización del diseño de muros de albañilería.

MORTERO:

Para la preparación del mortero utilizado en las pilas, se seguirá la especificación de la norma E 070. El mortero estará compuesto por una mezcla de aglomerantes y agregado fino, y se deberá agregar la cantidad necesaria para obtener una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. En este caso, se utilizará la proporción de cemento Portland tipo I a arena gruesa de 1:4, sin agregar cal.

La proporción de 1:4 significa que por cada parte de cemento, se utilizarán cuatro partes de arena gruesa. Esta proporción se ha determinado con base en la investigación y es la adecuada para la construcción de las pilas en este estudio.

Es importante seguir las indicaciones establecidas en la norma E 070 y tener en cuenta la NTP 399.607 para garantizar la calidad y características adecuadas del mortero utilizado en la investigación. Esto asegurará que el mortero cumpla con los requisitos de trabajabilidad, adherencia y estabilidad necesarios para la construcción de las pilas.

CONSTRUCCIÓN DE MURETES:

Para la construcción de los muretes, se llevaron a cabo las siguientes medidas y procedimientos según las especificaciones de diseño:

- Humedecimiento de los ladrillos: Antes del asentado de los ladrillos, se realizó un proceso de humedecimiento de las unidades de albañilería. Estos ladrillos se mantuvieron humedecidos durante media hora, 12 horas antes de la construcción. El propósito de este proceso es evitar que la albañilería absorba la humedad del mortero, lo que puede afectar su resistencia y adherencia.
- Dimensiones y cantidad de ladrillos: Los muretes fueron construidos siguiendo las especificaciones de diseño establecidas previamente. Estas especificaciones determinaron las dimensiones y la cantidad de ladrillos necesarios para cada murete. Estos detalles se encuentran descritos en el acápite correspondiente del estudio, y se han tenido en cuenta para garantizar la representatividad y validez de los resultados obtenidos.

La humectación previa de los ladrillos y el cumplimiento de las especificaciones de diseño son aspectos importantes para asegurar la calidad y confiabilidad de los muretes construidos. Estos procedimientos contribuyen a obtener resultados precisos y significativos en los ensayos realizados posteriormente en los muretes de albañilería.

REALIZACIÓN DE ENSAYO DE MURETES:

En el ensayo de los muretes, se seguirán los siguientes pasos y consideraciones:

- Tiempo de reposo: Los muretes serán sometidos a ensayo después de haber cumplido un tiempo de reposo de 28 días desde su fabricación. Sin embargo,

para esta investigación en particular, se realizará el ensayo cuando los muretes alcancen una edad de 15 días. Es importante tener en cuenta que se aplicará un factor de corrección a la edad de 14 días, según lo establecido por la normativa.

- Aplicación de carga: Para el ensayo, se aplicará una carga gradual al murete. La norma NTP 399.621 especifica que la carga se aplicará a una velocidad constante de 1 tonelada por minuto. La carga se incrementará hasta que se produzca la rotura por aplastamiento del murete.

El ensayo de los muretes permitirá determinar su resistencia a la compresión y evaluar su comportamiento ante las fuerzas aplicadas. Los resultados obtenidos en este ensayo serán importantes para el análisis y diseño de muros de albañilería confinada, así como para la evaluación de su resistencia estructural y capacidad de carga.

COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES:

En el ensayo de compresión diagonal en muretes, se evalúa la resistencia a compresión diagonal mediante la medición de la distorsión angular. Esta medida permite calcular el módulo de corte y determinar la resistencia a compresión diagonal.

La carga de agrietamiento se refiere al punto en el cual se producen grietas en el murete debido a la aplicación de la carga diagonal. Esta carga se divide entre el área de la diagonal cargada para obtener el valor de resistencia a compresión diagonal.

Es importante realizar las mediciones y cálculos con precisión para obtener resultados confiables y representativos del comportamiento del murete ante las fuerzas aplicadas en dirección diagonal.

Estos resultados son valiosos para evaluar la resistencia estructural del murete y su capacidad para soportar cargas diagonales, lo cual es relevante en el diseño y análisis de muros de albañilería confinada.

POSIBLES FORMAS DE FALLA:

Es cierto que existen diversas formas en las que un muro de albañilería puede colapsar, y estas pueden estar influenciadas por varios factores, como la calidad del mortero, la mano de obra, la calidad de las unidades de albañilería, entre otros. Algunas de las fallas conocidas son las siguientes:

- Falla por tracción diagonal: Ocurre cuando se produce una fractura diagonal en el muro debido a la aplicación de cargas diagonales, lo que resulta en la separación de las unidades de albañilería.
- Falla escalonada en murete: Se presenta cuando se produce un desprendimiento gradual de las unidades de albañilería a lo largo de las juntas horizontales, formando un escalonamiento en el muro.
- Deslizamiento (cizalle): Esta falla ocurre cuando las unidades de albañilería se deslizan horizontalmente unas sobre otras debido a la falta de adherencia del mortero o a la aplicación de cargas laterales.
- Trituración local: Consiste en la compresión excesiva y localizada de las unidades de albañilería, lo que provoca la ruptura o trituración de dichas unidades en puntos específicos del muro.
- Falla mixta (escalonada-tracción diagonal) en un murete cuadrado: Esta falla combina características de las fallas escalonadas y de tracción diagonal, y se presenta en muretes cuadrados sometidos a cargas diagonales.

Es importante identificar y comprender estas posibles formas de falla, ya que permiten evaluar la seguridad y estabilidad del muro de albañilería y tomar medidas correctivas en el diseño y construcción para evitar dichas fallas.

2.2.2.12. Muros no portantes

Según Medina (2018), los tabiques o muros no portantes son construidos después de que la estructura principal de la edificación esté terminada, la cual suele ser de concreto armado y ladrillo. A diferencia de los muros portantes, los tabiques no portantes no están diseñados para soportar las diversas fuerzas presentes en una estructura, excepto su propio peso y los efectos sísmicos sobre su masa.

Es importante tener en cuenta que un tabique no portante solo puede soportar su propio peso y fuerzas sísmicas relativamente pequeñas en comparación con las que soporta la estructura completa. Por lo tanto, estos muros deben utilizarse únicamente para dividir espacios o ambientes dentro de un edificio y no como elementos estructurales.

Cuando se construyen tabiques no portantes, es fundamental seguir las especificaciones y recomendaciones detalladas en los planos de construcción. Además, al momento de hacer encuentros o intersecciones entre los tabiques, es más seguro utilizar arriostres o columnetas en lugar de depender únicamente de trabas o uniones simples.

En resumen, los tabiques no portantes son elementos de construcción utilizados para dividir espacios dentro de una edificación, pero no están diseñados para soportar cargas estructurales significativas. Se recomienda seguir las

especificaciones del diseño y utilizar refuerzos adicionales en las intersecciones para garantizar la estabilidad y seguridad de estos muros.

2.3. Marco conceptual:

RASTROJO DE MAÍZ

De acuerdo con HiSoUR Arte Cultura Historia (2018), el rastrojo de maíz, conocido como RM, comprende las hojas, tallos y mazorcas que permanecen en el campo después de la cosecha del maíz, representando aproximadamente la mitad del rendimiento total del cultivo. Este material residual es análogo a la paja de otros cereales y puede emplearse como alimento para ganado, especialmente en épocas de escasez de forraje. Además, el rastrojo de maíz posee un valor nutricional ligeramente superior al de la paja de trigo.

LADRILLOS ARTESANALES NO PORTANTES:

Según la investigación realizada por la Universidad Nacional de Cajamarca (2019), el ladrillo artesanal es una variedad de ladrillo que se fabrica de forma manual y se emplea en la edificación de construcciones. Estos ladrillos no tienen capacidad portante, lo que significa que no están diseñados para soportar cargas estructurales significativas. En su lugar, se utilizan principalmente para la construcción de muros divisorios, paredes y otros elementos no esenciales en la estructura.

COMPRESIÓN:

La resistencia a la compresión de los ladrillos se define como la carga máxima que pueden soportar antes de romperse, dividida por el área de contacto. Este parámetro se utiliza para clasificar la calidad del ladrillo conforme a los criterios especificados en la normativa ASTM C 62 y la Norma E.070.

FLEXIÓN:

Está vinculada a su capacidad para resistir la flexión, así como a las dimensiones de la probeta utilizada en el ensayo. Sin embargo, generalmente, la resistencia a tracción de los ladrillos es bastante reducida, lo que se traduce en una baja resistencia a tracción del sistema compuesto por los ladrillos y las juntas.

PESO UNITARIO:

El peso de un metro cuadrado de muro construido con ladrillos convencionales de 30 cm de espesor varía entre 400 y 450 kg, dependiendo del tipo de mortero utilizado, mientras que para muros de 15 cm de espesor, el peso es aproximadamente de 250 kg por metro cuadrado. El peso específico de estos muros oscila entre 1.600 y 1.800 kg/m³.

ALABEO:

Se refiere al fenómeno que experimentan elementos como muros, tabiques o acabados cuando son sometidos a cargas verticales que exceden su capacidad estructural adecuada.

VARIACIÓN DIMENSIONAL:

Los ladrillos pueden experimentar cambios reversibles en sus dimensiones debido a fluctuaciones en la humedad o temperatura. Aumentan de tamaño al absorber humedad o al elevarse la temperatura, pero estas expansiones se reducen cuando pierden humedad o la temperatura disminuye.

ABSORCIÓN:

Se define como la proporción entre el peso del agua que puede absorber y su peso en seco. Se expresa como un porcentaje del peso inicial del ladrillo.

CAPITULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La utilización del RM incide significativamente en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes.

3.2. Hipótesis específicas

1. Al utilizar el rastrojo de maíz se incide significativamente en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales
2. Al utilizar el rastrojo de maíz se incide significativamente en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): RASTROJO DE MAÍZ

Según HiSoUR Arte Cultura Historia (2018), el rastrojo de maíz es el conjunto de hojas, tallos y mazorcas de maíz que quedan en el campo después de la cosecha, y constituye aproximadamente la mitad del rendimiento de un cultivo de maíz. Este rastrojo es similar a la paja de otras gramíneas de cereales, y se puede utilizar como alimento para

ganado, especialmente en situaciones de déficit de forraje. Tienen un valor nutricional ligeramente más alto que la paja de trigo

Variable dependiente (Y): LADRILLOS ARTESANALES

Según el estudio de la Universidad Nacional de Cajamarca (2019), el ladrillo artesanal es un tipo de ladrillo elaborado de manera manual, que se utiliza en la construcción de edificaciones. Estos ladrillos no son portantes, es decir, no soportan cargas estructurales significativas, sino que se utilizan principalmente para la construcción de muros divisorios, paredes y otros elementos no estructurales

3.3.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (X): RASTROJO DE MAÍZ

Se adicionó el rastrojo de maíz en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% en función del peso de los ladrillos artesanales, esto se comparó con los resultados sin adición es decir al 0%.

Variable dependiente (Y): LADRILLOS ARTESANALES

Se realizaron ensayos en los ladrillos artesanales no portantes para determinar su compresión, flexión, peso unitario, alabeo, espesor y área, en función de cada ladrillo que logró el óptimo comportamiento.

3.3.3. Operacionalización de la variable

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	ESCALA DE MEDICIÓN
Rastrojo de maíz	Consiste en las hojas, tallos y mazorcas de maíz que quedan en un campo después de la cosecha. Tal rastrojo constituye aproximadamente la mitad del rendimiento de un cultivo de maíz y es similar a la paja de otras gramíneas de cereales; es un producto agrícola muy común en áreas con grandes cantidades de producción de maíz.	Se adicionó el rastrojo de maíz en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% en función del peso de los ladrillos artesanales, esto se comparó con los resultados sin adición es decir al 0%.	Caracterización	Granulometría	mm	Razón
			Porcentaje de rastrojo de maíz utilizado	0.00%	%	Intervalo
				2.50%	%	Intervalo
				5.00%	%	Intervalo
				7.50%	%	Intervalo
10.00%	%	Intervalo				
Ladrillos artesanales	El ladrillo estará constituido por una dosificación de polímero derivado del almidón de papa y arcilla, que estará destinado para levantar los muros y dividir espacios o ambientes dentro de una edificación, aligerando el peso de los techos. cumpliendo con la NTP 331.017 y la norma E.070.	Se realizaron ensayos en los ladrillos artesanales no portantes para determinar su compresión, flexotracción, peso unitario, alabeo, espesor y área, en función de la cada ladrillo que logró el óptimo comportamiento.	Propiedades mecánicas	Compresión	Pulg	Razón
				Flexotracción	kg/cm ³	Razón
			Propiedades físicas	Peso unitario	kg	Razón
				Alabeo	mm	Razón
				Espesor	m	Razón
				Área	m ²	Razón

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

La investigación se adhirió al enfoque del método científico, pues, como indica Castán (2016), se siguió un protocolo metódico y secuencial para abordar la pregunta de investigación relacionada con fenómenos naturales. El objetivo fue plantear metas a alcanzar y ofrecer posibles respuestas fundamentadas en hipótesis que luego fueron sometidas a pruebas rigurosas para su verificación.

Asimismo, se consideró como método específico, el método hipotético-deductivo, que tal como indica De La Cruz (2020) es un enfoque científico para generar conocimiento que se basa en formular hipótesis y luego deducir consecuencias que pueden ser contrastadas mediante la observación y la experimentación, lo cual, concuerda con lo realizado en la presente investigación.

4.2. Tipo de investigación

Zafra (2016) indicó que una investigación que corresponde a la modalidad aplicada, persigue resolver una problemática concreta que afecta a la población en el área de estudio. La investigación busca proporcionar una solución que beneficie directamente a las personas afectadas, generando un impacto positivo en la comunidad involucrada, lo cual se realizó con esta investigación en la cual se

pretende solucionar un problema, respecto a las unidades de ladrillos, que aqueja a la población del área de investigación.

4.3. Nivel de investigación

De acuerdo a Hernández (2014) el nivel explicativo está centrado en identificar y entender las causas o razones detrás de un fenómeno. Es por ello que se empleó este nivel explicativo, con el propósito de indagar sobre la relación de causa y efecto entre las variables objeto de estudio. En este contexto, se consideró la variable independiente del RM con el fin de evaluar su influencia en las propiedades mecánicas de una y físicas de ladrillos artesanales para muros no portantes de edificaciones, en este caso la causa fue el RM y su efecto se apreció en la fabricación de ladrillos artesanales.

4.4. Diseño de investigación

Según Kirk (1972), un diseño experimental implica un plan para asignar a los sujetos a diferentes grupos o condiciones experimentales. En este estudio, se utilizó un diseño de investigación experimental con el propósito de identificar variables de interés, establecer relaciones entre ellas y definir métodos de medición para dichas variables. En este sentido, se optó por un enfoque cuasi experimental, que implica la selección o asignación previa de los sujetos de estudio, en contraste con la selección aleatoria mencionada por Hernández (2014). Este diseño permitió analizar de manera rigurosa los datos obtenidos y obtener conclusiones válidas sobre la influencia del RM en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes.

El esquema del diseño de la investigación, lo podemos ver a continuación:

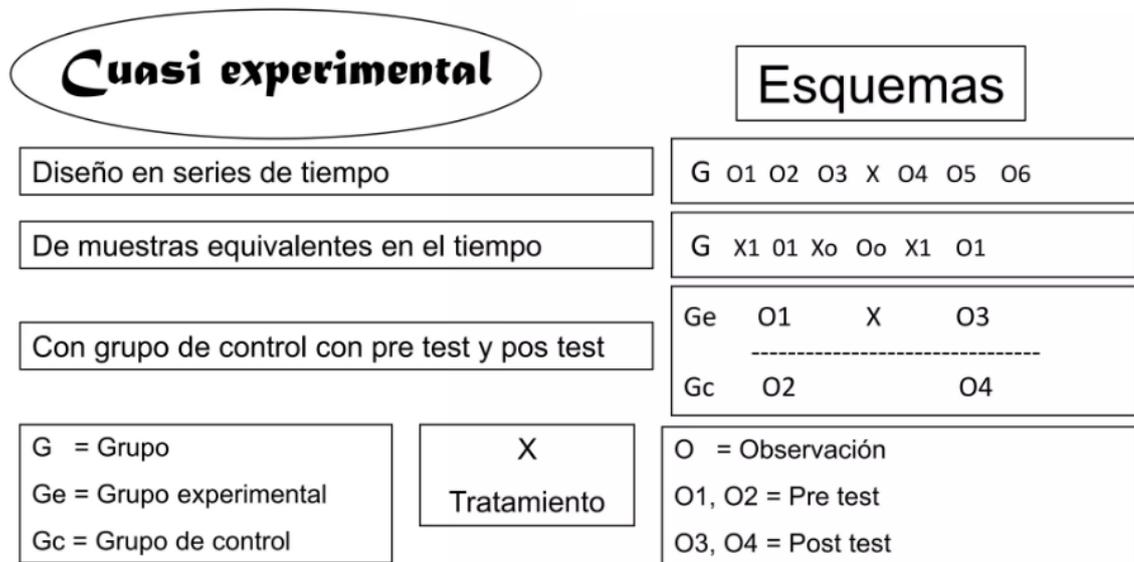


Figura 7: Diseño cuasi experimental
 recuperado de <https://es.slideshare.net/davilavigil2222/clase-10-diseos-de-investigacin>

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Arias (2016) es el conjunto total de individuos, elementos, eventos o unidades que tienen una característica en común y que son de interés para un estudio específico. En el marco de este estudio, la población seleccionada consistió en un total de 50 unidades de ladrillos que fueron enriquecidos con RM. Estos ladrillos se prepararon mediante la adición de diferentes porcentajes de RM, específicamente en proporciones de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% en relación al peso de cada unidad de albañilería, asimismo, al 0%, es decir sin la adición de rastroj.

4.5.2. Muestra

Según Hernández (2014), en el enfoque cuantitativo de investigación, la muestra se refiere a un conjunto de personas, eventos, sucesos o comunidades seleccionados para recolectar datos. Esta muestra no necesariamente representa la totalidad de la población o universo que se está estudiando.

La muestra seleccionada para este estudio consistió en los mismos 50 ladrillos enriquecidos con RM mencionados anteriormente. Estos ladrillos fueron preparados con adiciones de RM en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% en relación al peso de cada unidad de albañilería. La selección de la muestra se realizó de manera censal, lo que significa que se incluyeron todos los ladrillos enriquecidos con RM disponibles en la población para formar parte de la muestra utilizada en el estudio, teniéndose una muestra censal.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas

Según, Arias (2006) las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Las técnicas de recolección de datos utilizadas en la presente investigación que permitieron obtener la data necesaria estuvieron conformadas por las siguientes:

Observación directa

Hernández (2014) indicó que la observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta. El investigador desempeñó un rol activo y estuvo presente durante la ejecución de los ensayos requeridos para la presente investigación. Su presencia fue fundamental para supervisar y llevar a cabo los procedimientos de manera adecuada, asegurando la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos. Además, estuvo disponible para responder cualquier consulta o inquietud que surja durante el desarrollo de los ensayos y pudo tomar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la investigación. La

observación directa fue utilizada a fin de poder definir, comparar y medir los efectos de la adición de RM en los ladrillos artesanales no portantes.

Revisión documental

Hurtado (2008) afirma que una revisión documental es una técnica en donde se recolecta información escrita sobre un determinado tema, en el marco de la presente investigación, se empleó una técnica mixta que combina la indagación física y virtual de diversas fuentes bibliográficas. Para ello, se realizó una exhaustiva búsqueda y revisión de tesis, libros, artículos científicos y otros recursos relevantes relacionados con las variables objeto de estudio. Esta metodología permitió obtener una amplia gama de información teórica y empírica, tanto en formato físico como digital, con el objetivo de respaldar y enriquecer el desarrollo de la investigación.

En el contexto de la presente investigación, se optó por utilizar la técnica de revisión del estado del arte con el propósito de indagar y analizar el conocimiento existente en relación a los ladrillos artesanales no portantes a nivel mundial. Esta técnica permitió examinar las soluciones y enfoques que se han implementado en diferentes contextos, brindando una visión amplia y actualizada sobre el tema en cuestión.

Mediante esta revisión exhaustiva, se pudo identificar las diversas propuestas y enfoques adoptados para abordar la problemática de los ladrillos artesanales no portantes, lo cual facilitó la generación de una solución innovadora y novedosa en el marco de esta investigación.

Además, esta técnica de revisión del estado del arte también brindó la oportunidad de profundizar en los aspectos teóricos fundamentales relacionados

con el tema de estudio. Esto permitió desarrollar la investigación con un sólido respaldo teórico y un conocimiento completo del tema, proporcionando una base sólida para la formulación de hipótesis y la posterior realización de la investigación.el tema.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a Arias (2006), los instrumentos son cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar la información. En esta investigación, se utilizaron formatos estandarizados de ensayos de laboratorio como instrumentos de recolección de datos.

Estos formatos se adhieren a las normas internacionales pertinentes, garantizando la consistencia y excelencia de los datos recolectados. Fueron escogidos minuciosamente para abarcar variables y parámetros específicos, lo cual facilita la comparación y análisis de los resultados. Además, su utilización fomentó la transparencia, reproducibilidad y la capacidad de validación por parte de otros investigadores en estudios futuros

Estos instrumentos fueron los formatos de ensayos para :

- Resistencia a la compresión de ladrillos
- Resistencia a la flexión de ladrillos
- Peso específico
- Absorción
- Alabeo

VALIDÉZ Y CONFIABILIDAD:

Según Arribas (2004), la validez se refiere al grado en que un instrumento de medición realmente evalúa lo que pretende medir o es adecuado para el propósito para el cual fue desarrollado. Por otro lado, Goetz y LeCompte (1988) indican que un instrumento es confiable cuando produce resultados consistentes en diferentes momentos, contextos y con diferentes poblaciones, siempre que se aplique en condiciones similares.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en esta investigación gozan de validez y confiabilidad, respaldados por el hecho de que los ensayos se llevaron a cabo en un laboratorio especializado (Laboratorio Silver Geo Sac), siendo el profesional responsable el Ing. Civil Johny R. Raymundo Olivera con registro del CIP N° 204352, ya que, este laboratorio al cumplir los protocolos estipulados por las NTP para los ensayos realizados, asegura que se mida lo que se ha requerido medir (validéz) y que estos ensayos sean reproducibles en diferentes escenarios y momentos (confiabilidad).

Por tanto, los dispositivos empleados para recopilar datos en este estudio han demostrado su validez al capturar de manera precisa y suministrar la información requerida para cada una de las hipótesis particulares planteadas. Además, se ha asegurado la confiabilidad de los resultados al seguir un procedimiento establecido y regulado, aplicado de manera coherente durante la obtención de dichos resultados. Esto garantiza la capacidad de replicar el proceso y confirma la confiabilidad en la coherencia de los datos obtenidos.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La información obtenida a través de la investigación fue sometida a un proceso de procesamiento y análisis con el objetivo de evaluar el impacto del RM en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales no portantes. El proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

ETAPA 1: BUSQUEDA DE INFORMACIÓN

- Se ha realizado la búsqueda de información correspondiente a las variables de investigación como fueron el RM y los ladrillos artesanales, esta información se buscó en bases de datos como REDALYC, ALICYA y CONSYTEC.
- Asimismo se ha realizado una búsqueda bibliográfica en diversos textos relacionados al tema de investigación a fin de tener mayor conocimiento respecto a las variables que han sido investigadas.
- Se ha realizado también la búsqueda de investigaciones relacionadas, como antecedentes nacionales e internacionales respecto a las variables que han sido investigadas.

ETAPA 2: ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

- Se adquirió el RM siguiendo las metodologías obtenidas de la revisión bibliográfica y antecedentes consultados, siguiendo estrictamente el proceso de obtención y producción del rastrojo, esto fue realizado en la ciudad de Huancayo, en el anexo de Palian.
- Se procedió con la fabricación de las unidades de ladrillo siguiendo el proceso convencional, incorporando gradualmente el RM en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% con respecto al peso total de la mezcla, así como también

se tuvieron ladrillos a los que no se añadió el rastrojo, sirviendo estos como muestra patrón.

ETAPA 3: ENSAYOS DE LABORATORIO

- Posteriormente, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio utilizando las unidades de ladrillo elaboradas con la adición de RM, con el objetivo de verificar su calidad y cumplimiento de las normas establecidas, como la NTP 331.017 y la Norma E.070.
- Estos ensayos permitieron evaluar las propiedades y características de los ladrillos, asegurando su idoneidad para su posterior aplicación en la construcción.
- Los ensayos de laboratorio fueron realizados Laboratorio Silver Geo Sac., teniéndose como profesional responsable al Ing. Civil Johny R. Raymundo Olivera con registro del CIP N° 204352.
- Con las muestras ya en laboratorio, las muestras fueron secadas en un horno ventilado a una temperatura de 105°C por un tiempo no menos de 24 horas.



Figura 8. Secado de muestras.

- Después del secado se dejó enfriar libres de corrientes de aires por un período de 4 horas (no apiladas).



Figura 9. Enfriamiento de muestras.

-
-
- Luego las muestras fueron saturadas en agua durante 24 hrs antes de las pruebas.



Figura 10. Saturación en agua de muestras.

- Registramos el peso de las muestras saturadas 5 min después de ser secadas, asimismo registramos el peso sumergido..



Figura 11. Peso de muestras secas.



Figura 12. Peso de muestras sumergidas.

- Se ingresaron las muestras al horno y luego se registró su peso.



Figura 13. Peso de muestras secas al horno.

- También se verificaron las dimensiones de las unidades de albañilería, para ello Colocamos la regla horizontalmente al ladrillo y con otra regla graduada registramos la abertura que se observa con aproximación a 1mm.

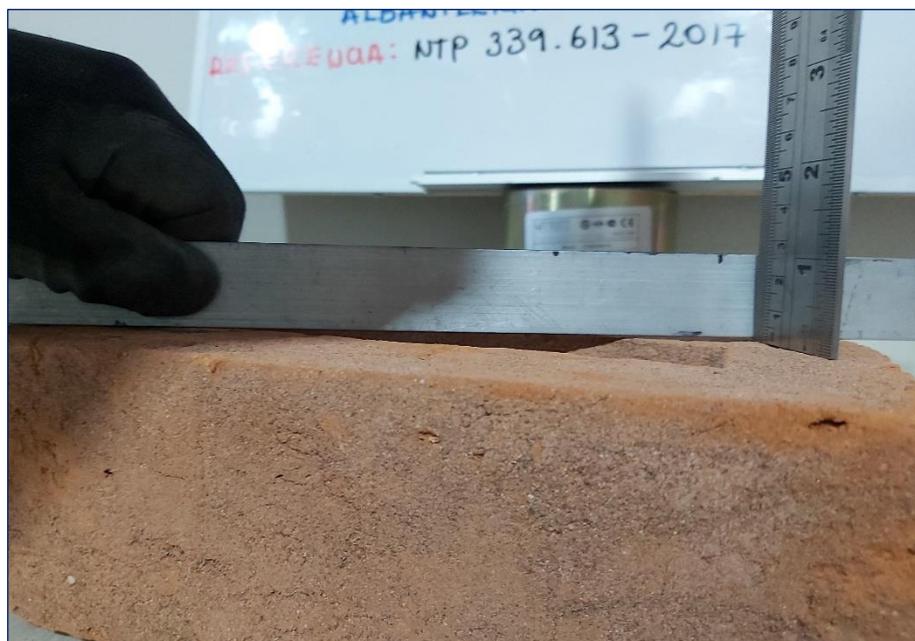


Figura 14. Verificación de las dimensiones.

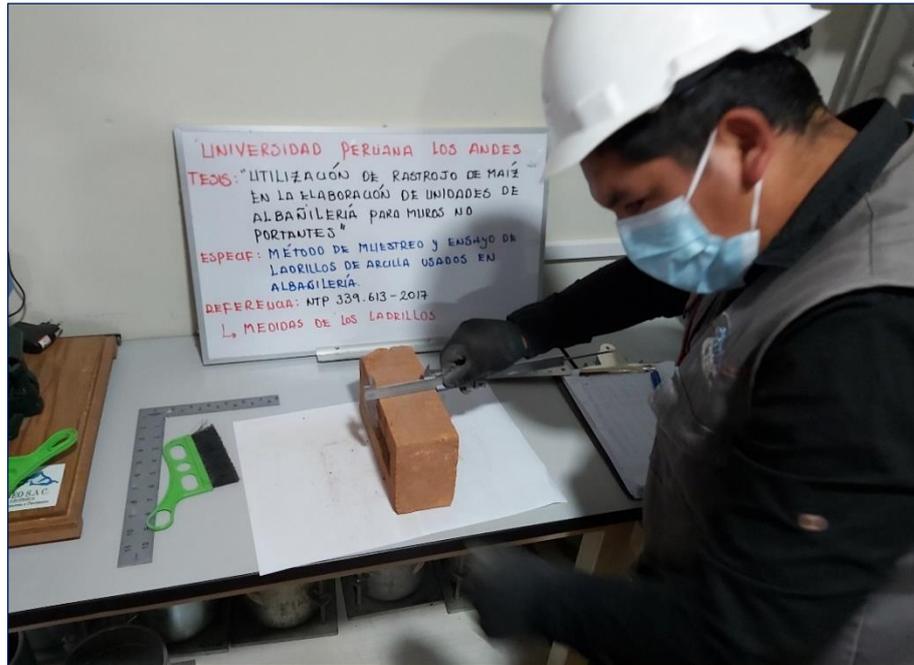


Figura 15. Verificación de las dimensiones con calibrador.

- Luego se procedió a realizar el ensayo de flexión a fin de determinar el módulo de rotura, tanto a la muestra patrón como a las adiciones consideradas.



Figura 16. Ensayo de flexión.



Figura 17. Ladrillo roturado por flexión.

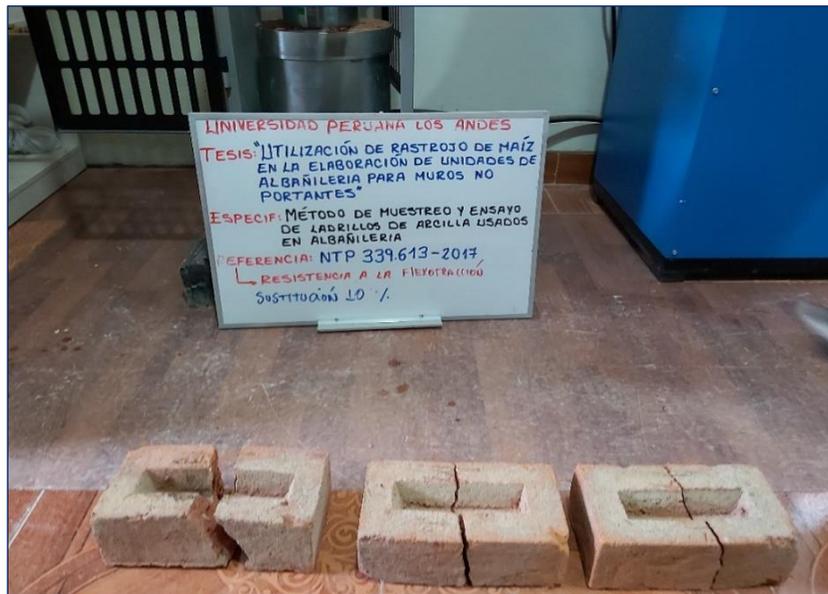


Figura 18. Ladrillo con adición roturados por flexión.

- También, respecto a las propiedades mecánicas, se ha realizado el ensayo de resistencia a la compresión, iniciándose por cubrir con yeso a los ladrillos.



Figura 19. Ladrillos cubiertos de yeso.

- Se dejó fraguar el yeso durante 48 horas antes de someter a compresión.



Figura 20. Reposo de ladrillos cubiertos de yeso.

- Luego se colocó plancha de acero de 6mm de espesor en ambas caras para que la fuerza se distribuya en toda el área del ladrillo y se procedió a realizar el ensayo de rotura de ladrillos.



Figura 21. Rotura por compresión de ladrillo.

ETAPA 4: RESULTADOS

- Una vez realizados los ensayos respectivos en laboratorio, se fue a gabinete a realizar la tabulación de resultados, utilizándose hojas de cálculo, así como para el análisis comparativo se utilizó la estadística descriptiva.
- Realizado este proceso, se pasó a la utilización de la estadística inferencial a fin de realizar la contrastación de hipótesis, iniciándose con la determinación de la normalidad de las muestras, obteniéndose resultados que clasificaron a nuestros datos como paramétricos.
- Fue en ese sentido que se consideró la utilización del estadístico ANOVA, el cual fue el pertinente para determinar la causa y efecto, así como es el adecuado para datos paramétricos.

ETAPA 5: PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- Finalmente, se redactó la tesis cumpliendo el contenido proporcionado por la UPLA, en la cual se han considerado las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los resultados encontrados.

4.8. Técnicas y análisis de datos

Según Alfaro (2012), se empleó la estadística inferencial para analizar datos, permitiendo generalizar los resultados de la muestra al universo completo mediante la inferencia de parámetros. Esta disciplina es especialmente útil para contrastar hipótesis, convirtiéndola en un enfoque idóneo para este tipo de análisis.

En el contexto de la investigación, se utilizó análisis estadístico inferencial con el software SPSS. Se verificó la normalidad de los datos recolectados y luego se aplicó análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la significancia de la variable independiente respecto a la variable dependiente. Este enfoque permitió llegar a conclusiones respaldadas por la evidencia estadística derivada del análisis de datos.

El método metodológico adoptado se centra en un enfoque cuantitativo para medir y estimar magnitudes, abordando un problema específico y delimitado de estudio. Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente para construir un marco teórico que fundamente la investigación y dé origen a una hipótesis. Los datos se recopilarán utilizando métodos estandarizados aceptados por la comunidad científica y se analizarán utilizando herramientas estadísticas como tablas en Excel. El objetivo final es confirmar y predecir los fenómenos

investigados, identificando regularidades y relaciones causales entre los elementos estudiados.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

A fin de realizar la presente investigación, se ha realizado la preparación de ladrillos artesanales de arcilla con la adición del RM, la preparación de este producto fue obtenido en la ciudad de Huancayo, en el anexo de Palian.

Se procedió con la fabricación de las unidades de ladrillo siguiendo el proceso convencional, incorporando gradualmente el RM en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% con respecto al peso total de la mezcla, así como también se tuvieron ladrillos a los que no se añadió el rastrojo, sirviendo estos como muestra patrón.



Figura 22. Ladrillos producidos para la investigación.

5.2. Objetivo específico 01

Como objetivo específico 01 se tuvo que se buscó determinar la incidencia de la utilización del RM en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales, es en ese sentido que se han realizado ensayos en laboratorio para determinar la resistencia a la compresión y flexión de las unidades de ladrillos, a los cuales se les ha adicionado el RM en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% en función del peso de los ladrillos artesanales, esto se comparó con los resultados sin adición es decir al 0%, los cuales sirvieron como muestras patrones. Estos resultados se muestran a continuación:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En la tabla siguiente se aprecia la resistencia a la compresión obtenida por las unidades de ladrillos para las diferentes adiciones de RM, así como también, para la muestra patrón, sin ninguna adición:

Tabla 6: Resistencia a la compresión de los ladrillos

Testigo N°	Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	0%	19.01	20.48
2		19.47	
3		22.96	
4	2.5%	27.11	26.50
5		21.57	
6		30.81	
7	5.0%	31.14	32.45
8		31.60	
9		34.60	
10	7.5%	30.92	25.12
11		23.16	
12		21.28	
13	10.0%	23.46	22.26
14		21.71	
15		21.61	

Tal como se puede apreciar en la tabla 6, la muestra patrón obtuvo una resistencia a la compresión en promedio de 20.48 kg/cm², mientras que la adición de 2.5% obtuvo un resultado de 26.50 kg/cm², siendo mayor al patrón, también la adición del 5% de RM obtuvo un resultado mayor al patrón de 32.45 kg/cm².

Asimismo, la adición de 7.5% y 10%, obtuvieron resultados de resistencia a la compresión de 25.12 kg/cm² y 22.26 kg/cm², respectivamente, siendo mayores a la muestra patrón.

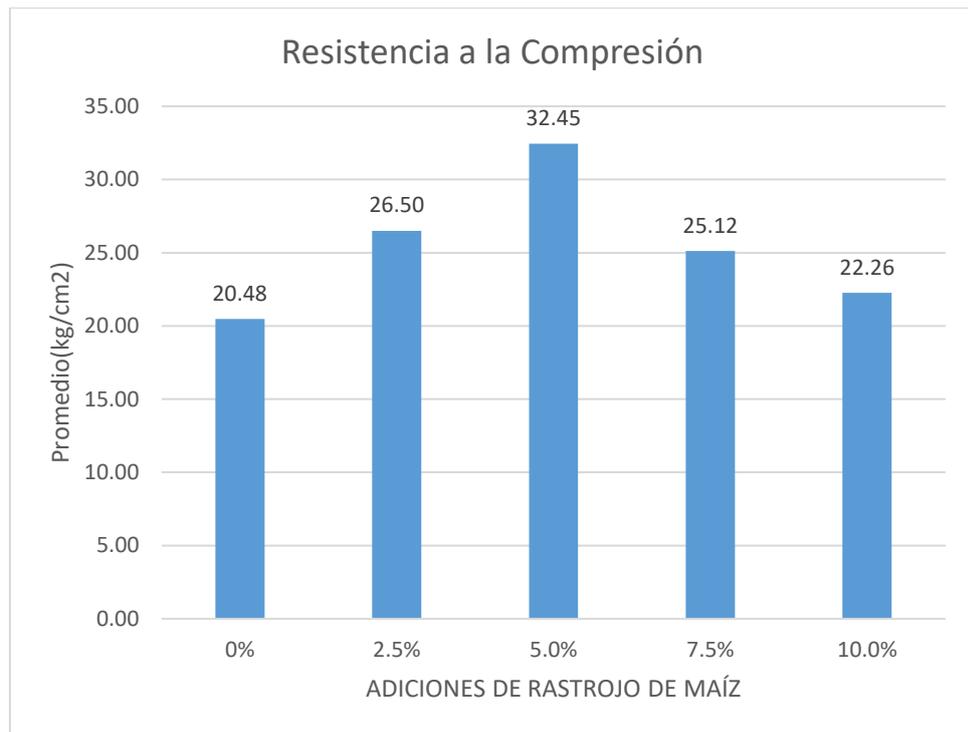


Figura 23. Resultados de compresión en ladrillos.

A continuación podemos apreciar los porcentajes obtenidos en resistencia a la compresión por las diversas adiciones, en todos los casos se ha superado a la resistencia a la compresión obtenida por la muestra patrón, siendo de 29.38% mayor, la adición al 2.5%, de 58.43% mayor, la adición al 5%, de 22.66% mayor, la adición al 7.5% y de 8.69%, la adición al 10%.

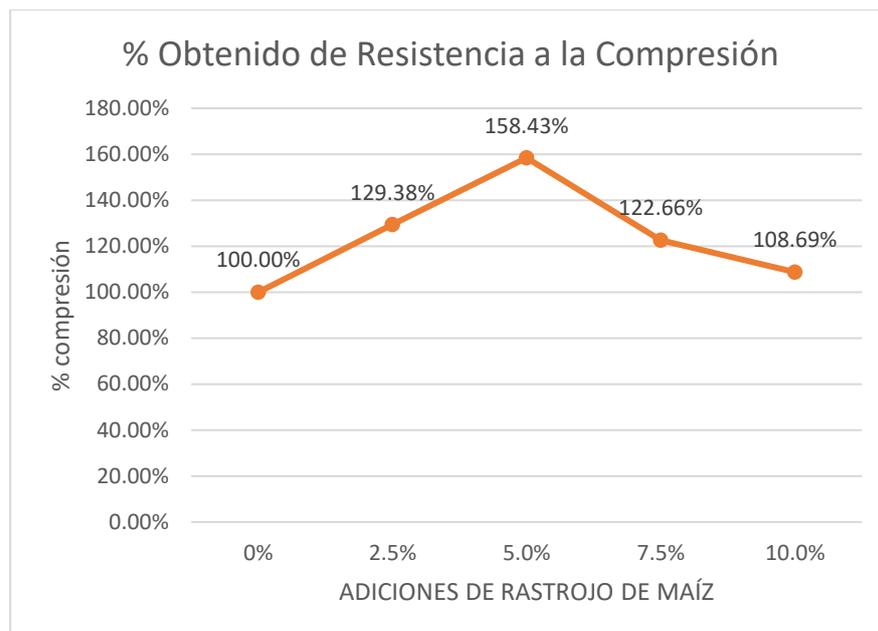


Figura 24. Porcentaje obtenido en compresión.

Se puede apreciar en la figura anterior que el mayor valor obtenido respecto a la resistencia a la compresión es la adición al 5% obteniendo un valor mayor al de la muestra patrón en 58.43%, siendo este porcentaje de adición el más óptimo respecto a la resistencia a la compresión.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

En la tabla siguiente se aprecia la resistencia a la flexión obtenida por las unidades de ladrillos para las diferentes adiciones de RM, así como también, para la muestra patrón, sin ninguna adición:

Tabla 7: Resistencia a la flexión de los ladrillos

Testigo N°	Porcentaje de adición	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
1	0%	13.22	14.11
2		15.31	
3		13.79	
4	2.5%	13.64	14.79
5		14.82	
6		15.90	
7	5.0%	15.06	16.53
8		18.14	
9		16.40	
10	7.5%	14.97	15.41
11		15.43	
12		15.83	
13	10.0%	14.73	15.11
14		15.57	
15		15.02	

Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, la muestra patrón obtuvo una resistencia a la flexión en promedio de 14.11 kg/cm², mientras que la adición de 2.5% obtuvo un resultado de 14.79 kg/cm² siendo mayor al patrón, también la adición del 5% de RM obtuvo un resultado mayor al patrón de 16.53 kg/cm².

Asimismo, la adición de 7.5% y 10%, obtuvieron resultados de resistencia a la flexión de 15.41 kg/cm² y 15.11 kg/cm², respectivamente, siendo mayores a la muestra patrón.

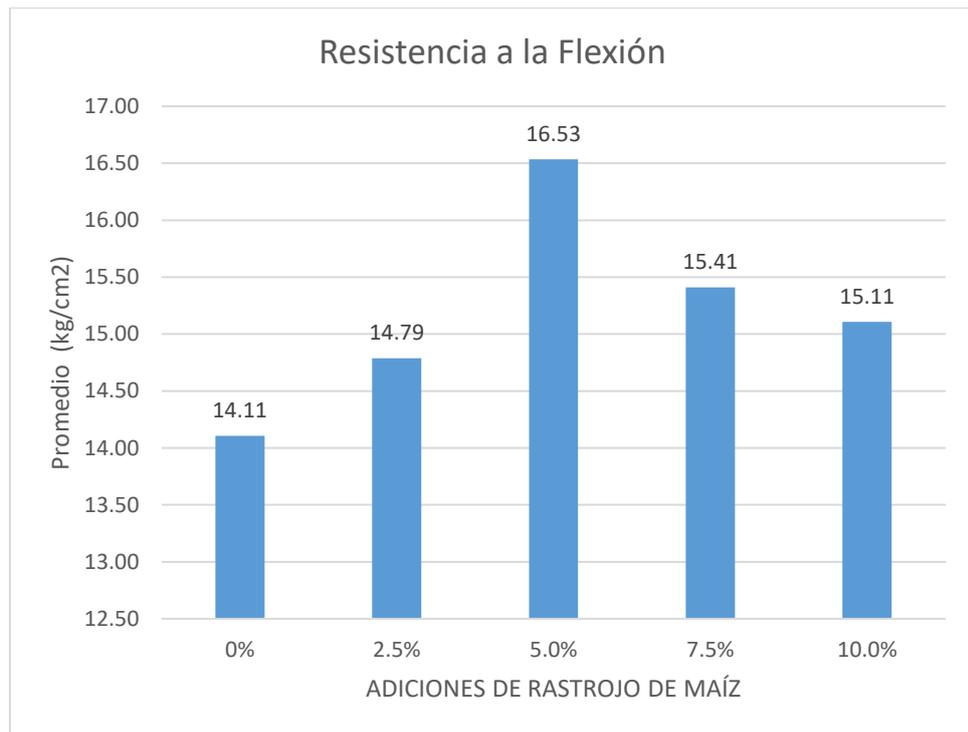


Figura 25. Resultados de flexión en ladrillos.

A continuación podemos apreciar los porcentajes obtenidos en resistencia a la flexión por las diversas adiciones, en todos los casos se ha superado a la resistencia a la compresión obtenida por la muestra patrón, siendo de 4.82% mayor, la adición al 2.5%, de 17.20% mayor, la adición al 5%, de 9.24% mayor, la adición al 7.5% y de 7.09%, la adición al 10%.

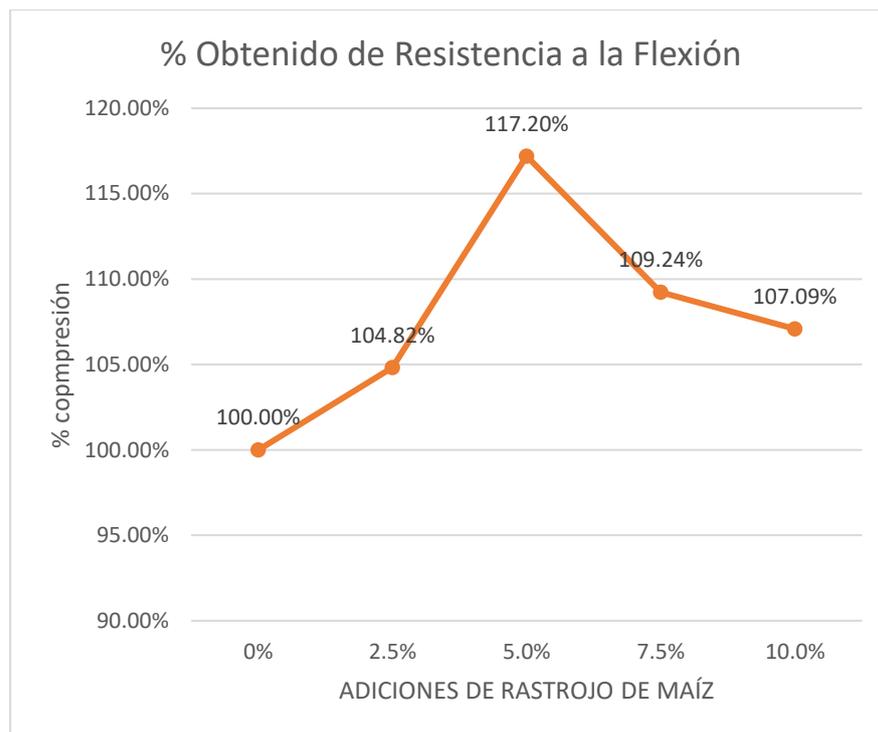


Figura 26. Porcentaje obtenido en flexión.

Se puede apreciar en la figura anterior que el mayor valor obtenido respecto a la resistencia a la flexión es la adición al 5% obteniendo un valor mayor al de la muestra patrón en 17.20%, siendo este porcentaje de adición el más óptimo respecto a la resistencia a la flexión.

Por lo tanto, respecto a la incidencia de la utilización del RM en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales, se ha determinado que la adición al 5% de RM en función del peso del ladrillo incrementa los valores de resistencia a la compresión en 58.43% y de la resistencia a la flexión en 17.20% respecto a los resultados obtenidos por la muestra patrón.

4.2. Objetivo específico 02

Como objetivo específico 02 se tuvo que se buscó establecer la incidencia de la utilización del RM en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales, es en ese sentido que se han realizado ensayos en laboratorio para determinar el peso específico, porcentaje de absorción y el alabeo de las unidades de ladrillos, a los cuales se les ha adicionado el RM en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% en función del peso de los ladrillos artesanales, esto se comparó con los resultados sin adición es decir al 0%, los cuales sirvieron como muestras patrones. Estos resultados se muestran a continuación:

PESO ESPECÍFICO

En la tabla siguiente se aprecian los resultados obtenidos por las unidades de ladrillos para las diferentes adiciones de RM, así como también, para la muestra patrón, sin ninguna adición, respecto al peso específico, tal como se puede apreciar a continuación:

Tabla 8: *Peso específico de los ladrillos*

Testigo N°	Porcentaje de adición	Peso específico (gr/cm ³)	Promedio Peso específico (gr/cm ³)
1	0%	1.03	1.11
2		1.08	
3		1.14	
4		1.10	
5		1.11	
6		1.17	
7		1.13	
8		1.10	
9		1.10	
10		1.09	
11	2.5%	1.07	1.11
12		1.07	
13		1.08	
14		1.11	
15		1.11	
16		1.11	
17		1.12	
18		1.14	
19		1.15	
20		1.10	
21	5.0%	1.08	1.10
22		1.08	
23		1.10	
24		1.12	
25		1.09	
26		1.11	
27		1.10	
28		1.09	

29		1.11	
30		1.08	
31	7.5%	1.07	1.09
32		1.12	
33		1.06	
34		1.05	
35		1.08	
36		1.08	
37		1.11	
38		1.09	
39		1.11	
40		1.08	
41		10.0%	
42	1.09		
43	1.08		
44	1.09		
45	1.08		
46	1.06		
47	1.09		
48	1.09		
49	1.07		
50	1.04		

Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, la muestra patrón obtuvo un valor de peso específico de 1.11 gr/cm³, mientras que la adición de 2.5% obtuvo también un resultado de 1.11 gr/cm³, siendo igual al patrón, la adición del 5% de RM obtuvo un resultado menor de 1.10 gr/cm³.

Asimismo, la adición de 7.5% y 10%, obtuvieron resultados de pesos específicos de 1.09 gr/cm³ y 1.07 gr/cm³, respectivamente, siendo menores a la muestra patrón.

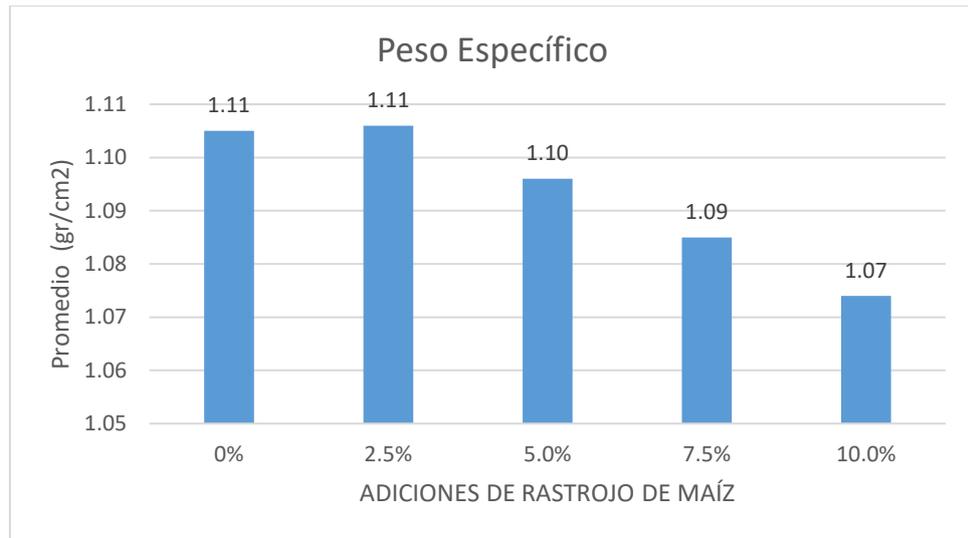


Figura 27. Resultados de peso específico en ladrillos.

A continuación podemos apreciar los porcentajes obtenidos para el peso específico por las diversas adiciones, en todos los casos no se ha superado al valor obtenido por la muestra patrón, siendo igual el valor de la adición al 2.5%, la adición al 5% logra un 99.19%, la adición al 7.5% logra un 98.19% y la adición al 10% logra un 97.19% frente al valor patrón.

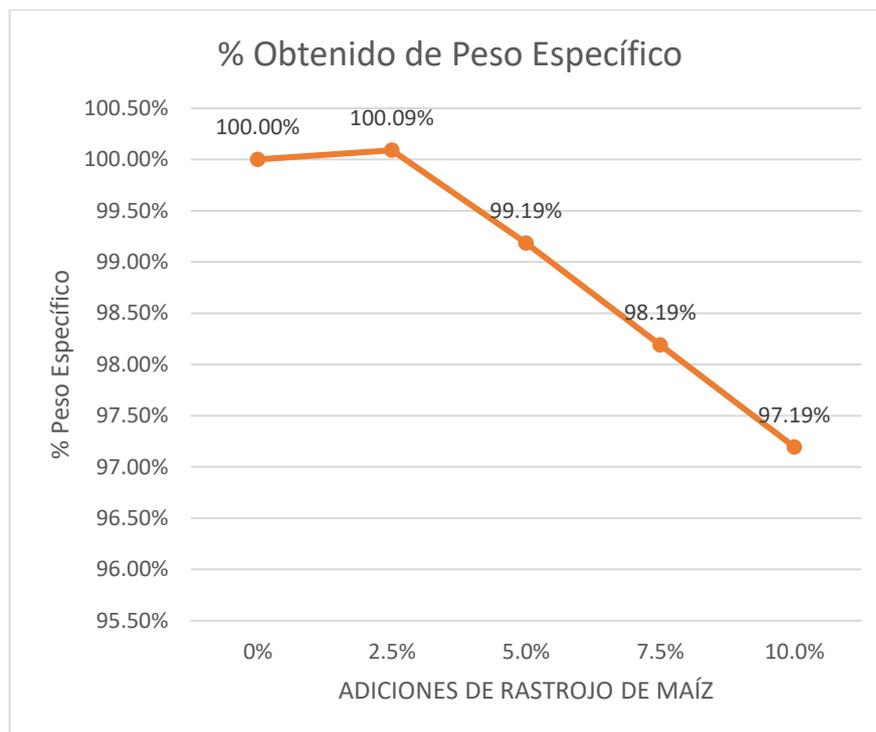


Figura 28. Porcentaje obtenido en peso específico.

Se puede apreciar en la figura anterior que el mayor valor obtenido respecto al peso específico es insignificante, correspondiente a la adición al 2.5%, considerándose similar al valor patrón, mientras que el resto de adiciones al 5%, 7.55 y 10% obtuvieron resultados menores en 0.81%, 1.80% y 2.80% respectivamente.

ABSORCIÓN

En la tabla siguiente se aprecian los resultados obtenidos por las unidades de ladrillos para las diferentes adiciones de RM, así como también, para la muestra patrón, sin ninguna adición, respecto al porcentaje de absorción, tal como se puede apreciar a continuación:

Tabla 9: *Porcentaje de absorción de los ladrillos*

Testigo N°	Porcentaje de adición	Absorción (%)	Promedio Absorción (%)
1	0%	16%	11%
2		12%	
3		8%	
4		12%	
5		11%	
6		7%	
7		9%	
8		10%	
9		10%	
10		13%	
11	2.5%	12%	12%
12		14%	
13		13%	
14		12%	
15		10%	
16		12%	
17		12%	
18		12%	
19		10%	
20		13%	
21	5.0%	15%	14%
22		16%	
23		14%	
24		13%	
25		15%	
26		13%	
27		15%	
28		14%	
29		13%	

30		15%	
31	7.5%	16%	15%
32		14%	
33		17%	
34		14%	
35		14%	
36		17%	
37		16%	
38		13%	
39		14%	
40		13%	
41		10.0%	
42	13%		
43	14%		
44	15%		
45	17%		
46	16%		
47	17%		
48	16%		
49	14%		
50	17%		

Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, la muestra patrón obtuvo un porcentaje de absorción de 11%, mientras que la adición de 2.5% obtuvo también un resultado de 12%, siendo mayor al patrón, la adición del 5% de RM obtuvo un resultado mayor de 14%.

Asimismo, la adición de 7.5% y 10%, obtuvieron resultados de porcentaje de absorción de 15% y 16% respectivamente, siendo mayores a la muestra patrón.

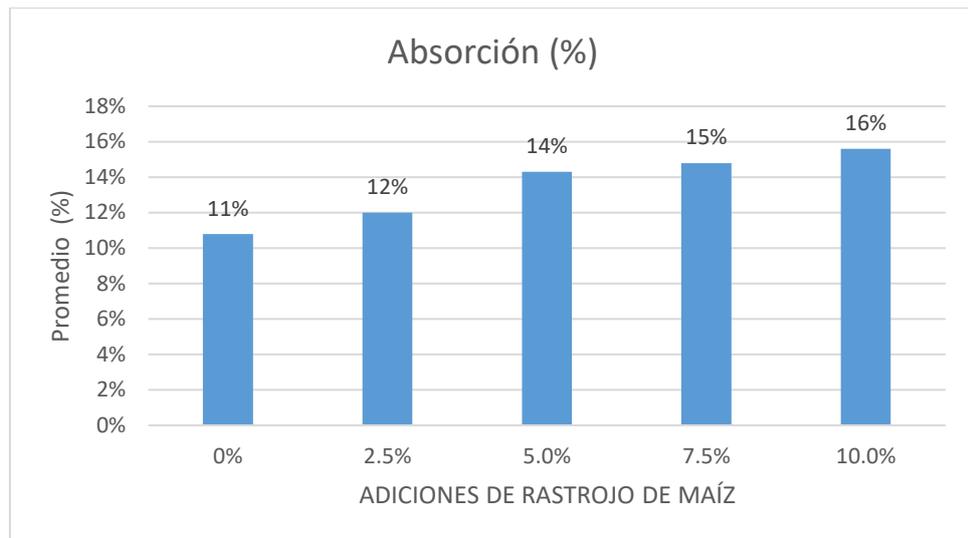


Figura 29. Resultados de absorción en ladrillos.

A continuación podemos apreciar los porcentajes obtenidos para el porcentaje de absorción por las diversas adiciones, en todos los casos se ha superado al valor obtenido por la muestra patrón, siendo para la adición al 2.5% un porcentaje de absorción de 12%, la adición al 5% logra un 14%, la adición al 7.5% logra un 15% y la adición al 10% logra un 16% de valor de absorción.

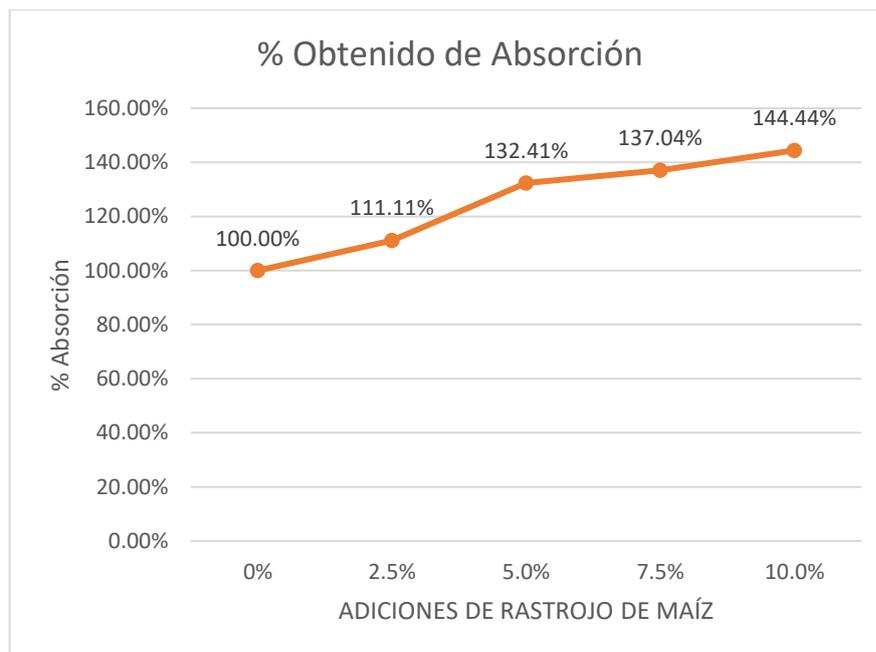


Figura 30. Porcentaje obtenido en absorción.

Se puede apreciar en la figura anterior que el mayor valor obtenido respecto a la absorción es de 16%, correspondiente a la adición al 10%, pudiéndose apreciar que cuanto mayor es la adición de RM, mayor es el porcentaje de absorción de las unidades de ladrillo, incrementándose hasta un 44.44%.

ALABEO

En la tabla siguiente se aprecian los resultados obtenidos por las unidades de ladrillos para las diferentes adiciones de RM, así como también, para la muestra patrón, sin ninguna adición, respecto al alabeo generado en los ladrillos, tal como se puede apreciar a continuación:

Tabla 10: Porcentaje de absorción de los ladrillos

Testigo N°	Porcentaje de adición	Alabeo (mm)	Promedio Alabeo (mm)
1	0%	4	4
2		4	
3		5	
4		4	
5		5	
6		2	
7		4	
8		3	
9		2	
10		2	
11	2.5%	6	4
12		3	
13		4	
14		6	
15		6	
16		5	
17		3	
18		5	
19		2	
20		3	
21	5.0%	3	4
22		4	
23		3	
24		4	
25		6	
26		6	
27		3	
28		3	
29		3	
30		3	
31	7.5%	3	3

32		4	
33		3	
34		3	
35		4	
36		3	
37		5	
38		3	
39		2	
40		2	
41	10.0%	2	3
42		5	
43		5	
44		4	
45		3	
46		3	
47		2	
48		3	
49		4	
50		3	

Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, la muestra patrón obtuvo un alabeo de 4 mm, mientras que la adición de 2.5% obtuvo también un resultado de 4 mm así como, la adición del 5% de RM obtuvo el mismo resultado.

En cuanto a la adición de 7.5% y 10%, obtuvieron resultados de alabeo de 3 mm, siendo estos menores a la muestra patrón.

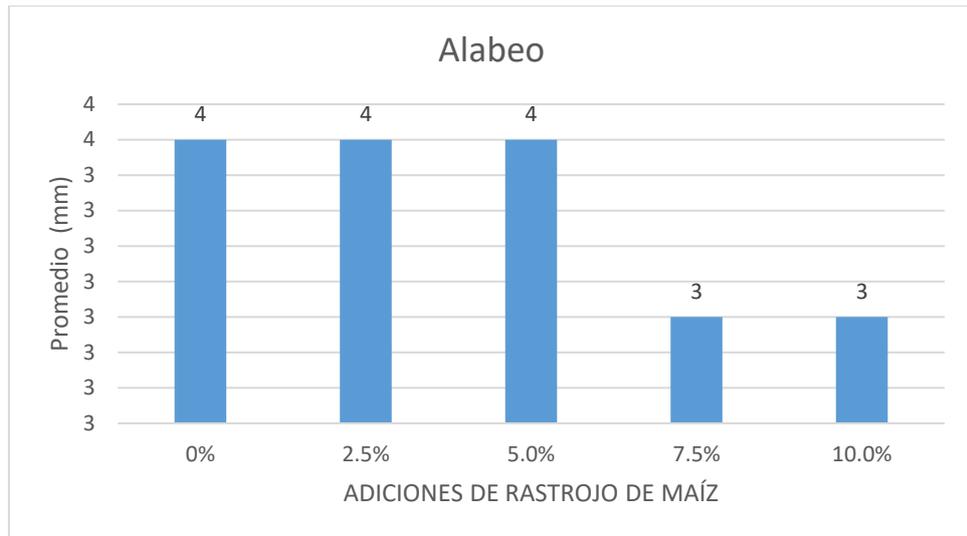


Figura 31. Resultados de alabeo en ladrillos.

A continuación podemos apreciar los porcentajes obtenidos para el valor de alabeo por las diversas adiciones, para las adiciones al 2.5% y 5% el valor de alabeo ha sido igual, teniéndose 4 mm, mientras que para las adiciones de 7.5% y 10%, el valor de alabeo ha disminuido a 3 mm.

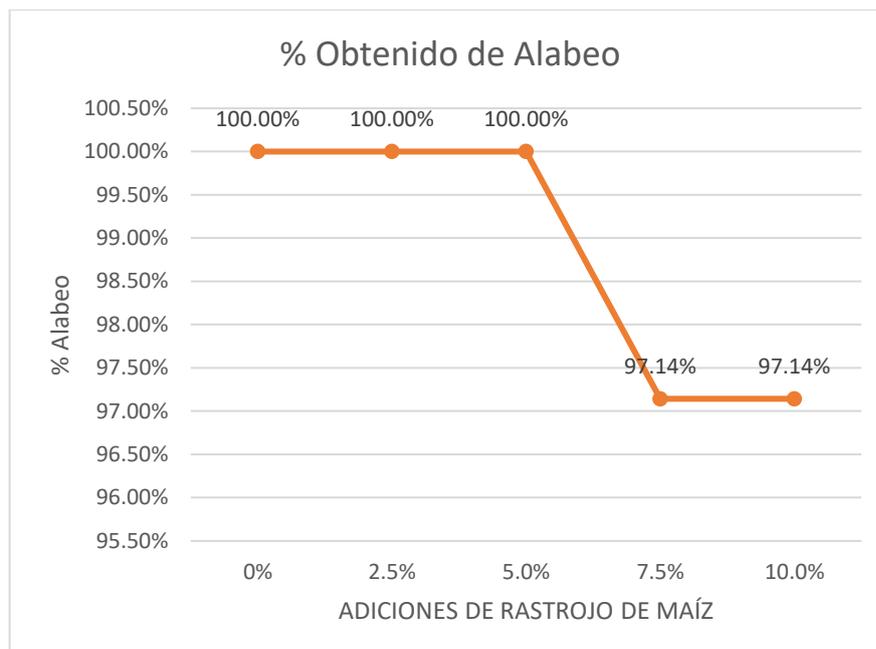


Figura 32. Porcentaje obtenido en alabeo.

Se puede apreciar en la figura anterior que para las adiciones de 2.55 y 5% no ha habido variación frente al valor de la muestra patrón, mientras que para las adiciones de 7.5% y 10% se ha tenido un valor menor de alabeo en 2.86%.

4.3. Contrastación de hipótesis

Se realizó la prueba estadística de las hipótesis en función de los datos obtenidos en laboratorio, para cada una de las hipótesis específicas, determinándose inicialmente si los datos son paramétricos o no, para lo cual se ha utilizado Shapiro-Wilk, al tenerse menos de 50 datos, como los datos resultados paramétricos, seguidamente se ha utilizado el análisis de varianza ANOVA.

Estos procesos, los podemos apreciar a continuación:

Hipótesis Específica 01:

Hipótesis alterna H1:

Al utilizar el RM se incide significativamente en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales

Hipótesis nula H0:

Al utilizar el RM no se incide significativamente en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales

PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los datos:

Pruebas de normalidad							
Adición rastrojo de maíz		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	MUESTRA PATRON	,347	3	.	,836	3	,204
	ADICION AL 2.5%	,219	3	.	,987	3	,781
	ADICION AL 5%	,304	3	.	,907	3	,409
	ADICION AL 7.5%	,316	3	.	,890	3	,353
	ADICION AL 10%	,368	3	.	,790	3	,092

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores de significancia obtenidos (0.204, 0.781, 0.409, 0.353 y 0.092) son mayores al valor de 0.05, por lo tanto se concluye que los datos son paramétricos.

En ese sentido se ha utilizado la prueba del análisis de varianza ANOVA para la prueba de hipótesis:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión	Se basa en la media	2,774	4	10	,087
	Se basa en la mediana	,630	4	10	,652
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,630	4	5,651	,660
	Se basa en la media recortada	2,524	4	10	,107

ANOVA

Resistencia a la compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	846,731	4	211,683	10,234	,001
Dentro de grupos	206,838	10	20,684		
Total	1053,569	14			

El valor alcanzado por la significancia es de 0,001, el cual es menor a la significancia de 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Para la prueba Post-hoc, se ha considerado la prueba de Tukey, obteniéndose lo siguiente:

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

HSD Tukey

(I) Adición rastrojo de maíz	(J) Adición rastrojo de maíz	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRON	ADICION AL 2.5%	-16,01667*	3,71338	,010	-28,2377	-3,7956
	ADICION AL 5%	-18,63333*	3,71338	,004	-30,8544	-6,4123
	ADICION AL 7.5%	-14,64000*	3,71338	,018	-26,8610	-2,4190
	ADICION AL 10%	-21,78000*	3,71338	,001	-34,0010	-9,5590
ADICION AL 2.5%	MUESTRA PATRON	16,01667*	3,71338	,010	3,7956	28,2377
	ADICION AL 5%	-2,61667	3,71338	,951	-14,8377	9,6044
	ADICION AL 7.5%	1,37667	3,71338	,995	-10,8444	13,5977
	ADICION AL 10%	-5,76333	3,71338	,555	-17,9844	6,4577
ADICION AL 5%	MUESTRA PATRON	18,63333*	3,71338	,004	6,4123	30,8544
	ADICION AL 2.5%	2,61667	3,71338	,951	-9,6044	14,8377
	ADICION AL 7.5%	3,99333	3,71338	,815	-8,2277	16,2144
	ADICION AL 10%	-3,14667	3,71338	,909	-15,3677	9,0744
ADICION AL 7.5%	MUESTRA PATRON	14,64000*	3,71338	,018	2,4190	26,8610
	ADICION AL 2.5%	-1,37667	3,71338	,995	-13,5977	10,8444
	ADICION AL 5%	-3,99333	3,71338	,815	-16,2144	8,2277
	ADICION AL 10%	-7,14000	3,71338	,366	-19,3610	5,0810
ADICION AL 10%	MUESTRA PATRON	21,78000*	3,71338	,001	9,5590	34,0010
	ADICION AL 2.5%	5,76333	3,71338	,555	-6,4577	17,9844
	ADICION AL 5%	3,14667	3,71338	,909	-9,0744	15,3677
	ADICION AL 7.5%	7,14000	3,71338	,366	-5,0810	19,3610

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

PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN:

Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los datos:

Pruebas de normalidad

	Adición rastrojo de maíz	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión	MUESTRA PATRON	,298	3	.	,915	3	,435
	ADICION AL 2.5%	,178	3	.	,999	3	,951
	ADICION AL 5%	,244	3	.	,971	3	,674
	ADICION AL 7.5%	,185	3	.	,998	3	,923
	ADICION AL 10%	,247	3	.	,969	3	,662

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores de significancia obtenidos (0.435, 0.951, 0.674, 0.923 y 0.662) son mayores al valor de 0.05, por lo tanto se concluye que los datos son paramétricos.

En ese sentido se ha utilizado la prueba del análisis de varianza ANOVA para la prueba de hipótesis:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la flexión	Se basa en la media	1,576	4	10	,255
	Se basa en la mediana	,707	4	10	,605
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,707	4	6,045	,615
	Se basa en la media recortada	1,510	4	10	,272

ANOVA

Resistencia a la flexión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8,697	4	2,174	2,103	,155
Dentro de grupos	10,338	10	1,034		
Total	19,035	14			

El menor valor alcanzado por la significancia es de 0.255, el cual es mayor a la significancia de 0,05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Para la prueba Post-hoc, se ha considerado la prueba de Tukey, obteniéndose lo siguiente:

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la flexión

HSD Tukey

(I) Adición rastrojo de maíz	(J) Adición rastrojo de maíz	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRON	ADICION AL 2.5%	-,64667	,83018	,931	-3,3789	2,0855
	ADICION AL 5%	-2,30667	,83018	,110	-5,0389	,4255
	ADICION AL 7.5%	-1,27000	,83018	,568	-4,0022	1,4622
	ADICION AL 10%	-,96667	,83018	,770	-3,6989	1,7655
ADICION AL 2.5%	MUESTRA PATRON	,64667	,83018	,931	-2,0855	3,3789
	ADICION AL 5%	-1,66000	,83018	,332	-4,3922	1,0722
	ADICION AL 7.5%	-,62333	,83018	,939	-3,3555	2,1089
	ADICION AL 10%	-,32000	,83018	,995	-3,0522	2,4122
ADICION AL 5%	MUESTRA PATRON	2,30667	,83018	,110	-,4255	5,0389
	ADICION AL 2.5%	1,66000	,83018	,332	-1,0722	4,3922
	ADICION AL 7.5%	1,03667	,83018	,726	-1,6955	3,7689
	ADICION AL 10%	1,34000	,83018	,521	-1,3922	4,0722
ADICION AL 7.5%	MUESTRA PATRON	1,27000	,83018	,568	-1,4622	4,0022
	ADICION AL 2.5%	,62333	,83018	,939	-2,1089	3,3555
	ADICION AL 5%	-1,03667	,83018	,726	-3,7689	1,6955
	ADICION AL 10%	,30333	,83018	,996	-2,4289	3,0355
ADICION AL 10%	MUESTRA PATRON	,96667	,83018	,770	-1,7655	3,6989
	ADICION AL 2.5%	,32000	,83018	,995	-2,4122	3,0522
	ADICION AL 5%	-1,34000	,83018	,521	-4,0722	1,3922
	ADICION AL 7.5%	-,30333	,83018	,996	-3,0355	2,4289

INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA:

Respecto a la incidencia del RM en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales, como se ha comprobado anteriormente, para la resistencia a la compresión se tiene una incidencia significativa mientras que para la resistencia a la flexión esta no es significativa estadísticamente, a pesar de haber logrado mayores valores al patrón, sobre todo para la adición al 5%, que logró un valor mayor en 17.20%.

Hipótesis Específica 02:

Hipótesis alterna H1:

Al utilizar el RM se incide significativamente en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.

Hipótesis nula H0:

Al utilizar el RM no se incide significativamente en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.

PARA EL PESO ESPECÍFICO:

Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los datos:

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Adición rastrojo de maíz	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso específico	MUESTRA PATRON	,153	10	,200 [*]	,954	10	,717
	ADICION AL 2.5%	,159	10	,200 [*]	,933	10	,482
	ADICION AL 5%	,168	10	,200 [*]	,908	10	,268
	ADICION AL 7.5%	,187	10	,200 [*]	,948	10	,650
	ADICION AL 10%	,228	10	,150	,847	10	,053

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores de significancia obtenidos (0.717, 0.482, 0.268, 0.650 y 0.053) son mayores al valor de 0.05, por lo tanto se concluye que los datos son paramétricos.

En ese sentido se ha utilizado la prueba del análisis de varianza ANOVA para la prueba de hipótesis:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso específico	Se basa en la media	1,203	4	45	,323
	Se basa en la mediana	,889	4	45	,478
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,889	4	27,328	,484
	Se basa en la media recortada	1,241	4	45	,307

ANOVA

Peso específico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,007	4	,002	2,915	,032
Dentro de grupos	,029	45	,001		
Total	,036	49			

El valor alcanzado por la significancia es de 0,032, el cual es menor a la significancia de 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Para la prueba Post-hoc, se ha considerado la prueba de Tukey, obteniéndose lo siguiente:

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Peso específico
HSD Tukey

(I) Adición rastrojo de maíz	(J) Adición rastrojo de maíz	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRON	ADICION AL 2.5%	-,00100	,01132	1,000	-,0332	,0312
	ADICION AL 5%	,00900	,01132	,931	-,0232	,0412
	ADICION AL 7.5%	,02000	,01132	,405	-,0122	,0522
	ADICION AL 10%	,03100	,01132	,064	-,0012	,0632
ADICION AL 2.5%	MUESTRA PATRON	,00100	,01132	1,000	-,0312	,0332
	ADICION AL 5%	,01000	,01132	,901	-,0222	,0422
	ADICION AL 7.5%	,02100	,01132	,356	-,0112	,0532
	ADICION AL 10%	,03200	,01132	,052	-,0002	,0642
ADICION AL 5%	MUESTRA PATRON	-,00900	,01132	,931	-,0412	,0232
	ADICION AL 2.5%	-,01000	,01132	,901	-,0422	,0222
	ADICION AL 7.5%	,01100	,01132	,866	-,0212	,0432
	ADICION AL 10%	,02200	,01132	,310	-,0102	,0542
ADICION AL 7.5%	MUESTRA PATRON	-,02000	,01132	,405	-,0522	,0122
	ADICION AL 2.5%	-,02100	,01132	,356	-,0532	,0112
	ADICION AL 5%	-,01100	,01132	,866	-,0432	,0212
	ADICION AL 10%	,01100	,01132	,866	-,0212	,0432
ADICION AL 10%	MUESTRA PATRON	-,03100	,01132	,064	-,0632	,0012
	ADICION AL 2.5%	-,03200	,01132	,052	-,0642	,0002
	ADICION AL 5%	-,02200	,01132	,310	-,0542	,0102
	ADICION AL 7.5%	-,01100	,01132	,866	-,0432	,0212

PARA LA ABSORCIÓN:

Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los datos:

Pruebas de normalidad

Porcentaje de absorción	Adición rastrojo de maíz	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	MUESTRA PATRON	,123	10	,200*	,972	10	,907
	ADICION AL 2.5%	,300	10	,011	,873	10	,109
	ADICION AL 5%	,246	10	,089	,874	10	,111
	ADICION AL 7.5%	,297	10	,013	,850	10	,058
	ADICION AL 10%	,224	10	,169	,853	10	,062

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores de significancia obtenidos (0.907, 0.109, 0.111, 0.058 y 0.062) son mayores al valor de 0.05, por lo tanto se concluye que los datos son paramétricos.

En ese sentido se ha utilizado la prueba del análisis de varianza ANOVA para la prueba de hipótesis:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Porcentaje de absorción	Se basa en la media	2,639	4	45	,046
	Se basa en la mediana	1,860	4	45	,134
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,860	4	31,943	,142
	Se basa en la media recortada	2,597	4	45	,049

ANOVA

Porcentaje de absorción

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	162,800	4	40,700	14,342	,000
Dentro de grupos	127,700	45	2,838		
Total	290,500	49			

El valor alcanzado por la significancia es de 0,000, el cual es menor a la significancia de 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Para la prueba Post-hoc, se ha considerado la prueba de Tukey, obteniéndose lo siguiente:

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Porcentaje de absorción
HSD Tukey

(I) Adición rastrojo de maíz	(J) Adición rastrojo de maíz	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRON	ADICION AL 2.5%	-1,20000	,75336	,510	-3,3406	,9406
	ADICION AL 5%	-3,50000*	,75336	,000	-5,6406	-1,3594
	ADICION AL 7.5%	-4,00000*	,75336	,000	-6,1406	-1,8594
	ADICION AL 10%	-4,80000*	,75336	,000	-6,9406	-2,6594
ADICION AL 2.5%	MUESTRA PATRON	1,20000	,75336	,510	-,9406	3,3406
	ADICION AL 5%	-2,30000*	,75336	,030	-4,4406	-,1594
	ADICION AL 7.5%	-2,80000*	,75336	,005	-4,9406	-,6594
	ADICION AL 10%	-3,60000*	,75336	,000	-5,7406	-1,4594
ADICION AL 5%	MUESTRA PATRON	3,50000*	,75336	,000	1,3594	5,6406
	ADICION AL 2.5%	2,30000*	,75336	,030	,1594	4,4406
	ADICION AL 7.5%	-,50000	,75336	,963	-2,6406	1,6406
	ADICION AL 10%	-1,30000	,75336	,429	-3,4406	,8406
ADICION AL 7.5%	MUESTRA PATRON	4,00000*	,75336	,000	1,8594	6,1406
	ADICION AL 2.5%	2,80000*	,75336	,005	,6594	4,9406
	ADICION AL 5%	,50000	,75336	,963	-1,6406	2,6406
	ADICION AL 10%	-,80000	,75336	,825	-2,9406	1,3406
ADICION AL 10%	MUESTRA PATRON	4,80000*	,75336	,000	2,6594	6,9406
	ADICION AL 2.5%	3,60000*	,75336	,000	1,4594	5,7406
	ADICION AL 5%	1,30000	,75336	,429	-,8406	3,4406
	ADICION AL 7.5%	,80000	,75336	,825	-1,3406	2,9406

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

PARA EL ALABEO:

Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los datos:

Pruebas de normalidad

	Adición rastrojo de maíz	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Alabeo de la unidad	MUESTRA PATRON	,264	10	,046	,850	10	,058
	ADICION AL 2.5%	,208	10	,200*	,882	10	,138
	ADICION AL 5%	,342	10	,002	,682	10	,058
	ADICION AL 7.5%	,286	10	,020	,885	10	,149
	ADICION AL 10%	,245	10	,090	,892	10	,177

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores de significancia obtenidos (0.058, 0.138, 0.058, 0.149 y 0.177) son mayores al valor de 0.05, por lo tanto se concluye que los datos son paramétricos.

En ese sentido se ha utilizado la prueba del análisis de varianza ANOVA para la prueba de hipótesis:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Alabeo de la unidad	Se basa en la media	1,445	4	45	,235
	Se basa en la mediana	,884	4	45	,481
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,884	4	35,326	,483
	Se basa en la media recortada	1,450	4	45	,233

ANOVA

Alabeo de la unidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,320	4	1,830	1,283	,291
Dentro de grupos	64,200	45	1,427		
Total	71,520	49			

El menor valor alcanzado por la significancia es de 0,233, el cual es mayor a la significancia de 0,05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Para la prueba Post-hoc, se ha considerado la prueba de Tukey, obteniéndose lo siguiente:

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Alabeo de la unidad
HSD Tukey

(I) Adición rastrojo de maíz	(J) Adición rastrojo de maíz	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRON	ADICION AL 2.5%	-,80000	,53417	,569	-2,3178	,7178
	ADICION AL 5%	-,30000	,53417	,980	-1,8178	1,2178
	ADICION AL 7.5%	,30000	,53417	,980	-1,2178	1,8178
	ADICION AL 10%	,10000	,53417	1,000	-1,4178	1,6178
ADICION AL 2.5%	MUESTRA PATRON	,80000	,53417	,569	-,7178	2,3178
	ADICION AL 5%	,50000	,53417	,881	-1,0178	2,0178
	ADICION AL 7.5%	1,10000	,53417	,256	-,4178	2,6178
	ADICION AL 10%	,90000	,53417	,453	-,6178	2,4178
ADICION AL 5%	MUESTRA PATRON	,30000	,53417	,980	-1,2178	1,8178
	ADICION AL 2.5%	-,50000	,53417	,881	-2,0178	1,0178
	ADICION AL 7.5%	,60000	,53417	,793	-,9178	2,1178
	ADICION AL 10%	,40000	,53417	,944	-1,1178	1,9178
ADICION AL 7.5%	MUESTRA PATRON	-,30000	,53417	,980	-1,8178	1,2178
	ADICION AL 2.5%	-1,10000	,53417	,256	-2,6178	,4178
	ADICION AL 5%	-,60000	,53417	,793	-2,1178	,9178
	ADICION AL 10%	-,20000	,53417	,996	-1,7178	1,3178
ADICION AL 10%	MUESTRA PATRON	-,10000	,53417	1,000	-1,6178	1,4178
	ADICION AL 2.5%	-,90000	,53417	,453	-2,4178	,6178
	ADICION AL 5%	-,40000	,53417	,944	-1,9178	1,1178
	ADICION AL 7.5%	,20000	,53417	,996	-1,3178	1,7178

INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA:

Respecto a la incidencia del RM en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales, como se ha comprobado anteriormente, para el peso específico se aprecia que se tiene una incidencia significativa, reduciéndose el valor del peso específico a medida que se aumenta el porcentaje de adición del rastrojo del maíz, en cuanto a la absorción, también estadísticamente se ha demostrado que existe una incidencia significativa, incrementándose esta valor de absorción, a medida que aumenta el porcentaje de adición del rastrojo del maíz. Finalmente, respecto al alabeo, no hay una incidencia significativa, no generándose mayor variación por parte de la adición del RM.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Hipótesis general: La utilización del rastrojo de maíz incide significativamente en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes.

Respecto a la incidencia del RM en las propiedades mecánicas se ha determinado que la adición al 5% de RM en función del peso del ladrillo incrementa los valores de resistencia a la compresión en 58.43% y de la resistencia a la flexión en 17.20% respecto a los resultados obtenidos por la muestra patrón, realizándose la prueba estadística de la hipótesis se ha encontrado que la incidencia es significativa para la resistencia a la compresión, sin embargo para la resistencia a la flexión se ha encontrado que la incidencia no es significativa.

Respecto a la incidencia del RM en las propiedades físicas se ha establecido que para el peso específico los valores disminuyen a medida que se va incrementando los porcentajes de adición del RM, solo se mantiene igual para la adición al 2.5%. En cuanto al porcentaje de absorción se ha encontrado que el porcentaje de absorción se va incrementando a medida que el porcentaje de adición va aumentando. Finalmente, en cuanto al alabeo, las adiciones de 2.5% y 5% han logrado el mismo valor de alabeo que

la muestra patrón, mientras que las adiciones de 7.5% y 10% han alcanzado un valor menor en 2.865 frente al valor de la muestra patrón. Estadísticamente, se ha encontrado una incidencia significativa, a través de la prueba de ANOVA, para el peso específico y el porcentaje de absorción, sin embargo, para los valores de alabeo alcanzado, no se ha encontrado una incidencia significativa.

En cuanto a las consecuencias que podría suceder de no implementarse este aditivo para el caso de la región de Junín, el déficit habitacional y la alta demanda de viviendas también son una realidad. La construcción de viviendas se ha convertido en una actividad crucial para satisfacer las necesidades de la población (El Peruano, 2021). Sin embargo, es importante tener en cuenta que el crecimiento urbano y la expansión de la industria de la construcción no deben realizarse a expensas del medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades. En este contexto, la adopción de materiales biocompatibles en la fabricación de ladrillos puede ser una solución viable para la construcción de viviendas sostenibles en la región. Estos materiales no solo reducirían el impacto ambiental, sino que también podrían mejorar la calidad de las viviendas existentes, abordando así parte del déficit habitacional en cuanto a la calidad de las viviendas, más aún en los ladrillos artesanales de arcilla que son los más utilizados en nuestro entorno, los cuales no cumplen estándares de calidad, por lo cual, requieren de ser evaluados y en todo caso, ser dotados de elementos que mejoren su comportamiento físico y mecánico, de no implementarse el RM, se seguirá teniendo ladrillos sin la calidad del caso, así como, generándose impacto ambiental al seguir generándose basura al no reutilizarse el RM, producto de las cosechas en la zona.

Es así, que solo se ha dado un primer paso, puesto que, para futuras investigaciones es recomendable continuar realizando otros ensayos respecto a propiedades mecánicas y

físicas de los ladrillos artesanales para muros no portantes no realizados en la presente investigación, así como respecto al tema económico, a fin de implementarlo en la realidad en beneficio de la sociedad, asimismo, deeben de realizarse también investigaciones respecto a la adición del RM para muros portantes, recomendándose utilizar porcentajes menores al 5% respecto al peso del ladrillo, así como también, poder combinarlo con otros aditivos naturales, para optimizar su comportamiento.

Hipótesis específica 01: Al utilizar el rastrojo de maíz se incide significativamente en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales.

Respecto a la incidencia del RM en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales, comenzaremos por la incidencia en la resistencia a la compresión, Cherre y Sandoval (2019) indicaron que los resultados mostraron que a medida que se aumentaba el porcentaje de sustitución de cenizas de maíz, la resistencia a la compresión del concreto también aumentaba, aunque de manera no significativa, para el caso de la presente investigación, en la cual se incorporó el rastrojo en ladrillos de arcilla, si se obtuvo una incidencia significativa de acuerdo a los resultados obtenidos por la prueba ANOVA, como se apreció anteriormente, asimismo, los resultados de resistencia a la compresión para el caso de todas las adiciones de RM (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) fueron mayores al valor obtenido por la muestra patrón, obteniéndose un valor óptimo con la adición al 5% del peso del ladrillo, la cual generó un incremento de la resistencia a la compresión del 58.43%.

En cuanto a la resistencia a la flexión, Galicia y Velásquez (2016), encontraron en su investigación que la resistencia a la flexión del concreto disminuyó adicionado con la adición del rastrojo en un 5%, en nuestra investigación, si bien es cierto que se consideró la incorporación del RM en ladrillos de arcilla, igualmente no se obtuvo un beneficio

mayor en lo que respecta a la resistencia a la flexión, encontrándose estadísticamente una incidencia no significativa, aunque numéricamente los resultados obtenidos al respecto (14,79 kg/cm², 15.11 kg/cm², 15.41 kg/cm² y 16.53 kg/cm²) fueron mayores al patrón (14.11 kg/cm²).

Hipótesis específica 02: Al utilizar el rastrojo de maíz se incide significativamente en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.

Respecto a la incidencia del RM en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales, comparando los resultados obtenidos con los antecedentes considerados, se tiene que Cherre y Sandoval (2019) encontraron respecto a la adición de cenizas de maíz en el concreto que las propiedades físicas de veían afectadas negativamente, incluso implicando que se manifiesta la necesidad de incorporar mayor cantidad de agua a la mezcla, en ese sentido en la presente investigación. Por otro lado, Galicia y Velásquez (2016) la adición de ceniza de RM incrementó la consistencia del concreto, es en ese sentido que la presente investigación encontró que la muestra patrón obtuvo un valor de peso específico de 1.11 gr/cm³, mientras que la adición de 2.5% obtuvo también un resultado de 1.11 gr/cm³, siendo igual al patrón, la adición del 5% de RM obtuvo un resultado menor de 1.10 gr/cm³. Asimismo, la adición de 7.5% y 10%, obtuvieron resultados de pesos específicos de 1.09 gr/cm³ y 1.07 gr/cm³, respectivamente, siendo menores a la muestra patrón, estadísticamente se ha encontrado que si existe una incidencia significativa entre los valores, los cuales van disminuyendo a medida que la adición del RM se va incrementando.

Respecto al porcentaje de absorción, en la presente investigación se ha encontrado que el porcentaje de absorción por las diversas adiciones, en todos los casos ha superado al valor obtenido por la muestra patrón la cual es de 11%, siendo para la adición al 2.5%

un porcentaje de absorción de 12%, la adición al 5% logra un 14%, la adición al 7.5% logra un 15% y la adición al 10% logra un 16% de valor de absorción, el mayor valor obtenido respecto a la absorción es de 16%, correspondiente a la adición al 10%, pudiéndose apreciar que cuanto mayor es la adición de RM, mayor es el porcentaje de absorción de las unidades de ladrillo, incrementándose hasta un 44.44%. Estadísticamente se ha encontrado que si existe una incidencia significativa entre los valores de absorción obtenidos por las diferentes adiciones, los cuales van incrementándose a medida que la adición del RM se va incrementando.

Por otro lado, respecto al alabeo que se ha obtenido en la presente investigación, de la comparación con el alabeo obtenido por la muestra patrón y por las diferentes adiciones de RM, la muestra patrón obtuvo un alabeo de 4 mm, mientras que la adición de 2.5% obtuvo también un resultado de 4 mm así como, la adición del 5% de RM obtuvo el mismo resultado. En cuanto a la adición de 7.5% y 10%, obtuvieron resultados de alabeo de 3 mm, siendo estos menores a la muestra patrón. Es así, que finalmente se ha encontrado que para las adiciones de 2.55 y 5% no ha habido variación frente al valor de la muestra patrón, mientras que para las adiciones de 7.5% y 10% se ha tenido un valor menor de alabeo en 2.86%. Estadísticamente, de acuerdo a la prueba ANOVA se ha encontrado que no existe una incidencia significativa por parte del RM en los ladrillos de arcilla para muros no portantes.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó que la incidencia de la utilización del RM en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes da como resultado que se tiene una incidencia significativa en la resistencia a la compresión, peso específico y absorción de la unidad de ladrillo, siendo el porcentaje de adición óptimo el 5% en función del peso del ladrillo, sin embargo, no se ha encontrado una incidencia significativa para la resistencia a la flexión, así como, el alabeo tampoco ha sido afectado.
2. Se determinó que con la adición de RM se incrementa la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales, siendo la adición al 5% del peso del ladrillo la que ha generado un incremento de la resistencia a la compresión del 58.43%, en cuanto a la resistencia a la flexión, también se incrementan sus valores, siendo la adición al 5% la que ha generado un incremento del 17.20%, sin embargo, estadísticamente solo la resistencia a la compresión genera una incidencia significativa.
3. Se estableció que con la adición de RM se incide significativamente en el peso específico, obteniéndose valores menores a medida que se incrementan los porcentajes de adición, así como en también se incide significativamente en la absorción, obteniéndose valores mayores a medida que se incrementan los porcentajes de adición. Sin embargo, en cuanto al alabeo, no ha habido una incidencia significativa ya que para las adiciones de 2.55 y 5% no ha habido variación frente al valor de la muestra patrón, mientras que para las adiciones de 7.5% y 10% se ha tenido un valor menor de alabeo en 2.86%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la adición de RM en un porcentaje del 5% en función del peso de los ladrillos artesanales, a fin de generar un incremento en los valores de la resistencia a la compresión, en cuanto a la resistencia a la flexión, se tendrá también un ligero incremento, aunque no significativo.
2. Asimismo, es recomendable la adición de RM en un porcentaje del 5% en función del peso de los ladrillos artesanales, ya que, no se presentan valores perjudiciales respecto a las propiedades físicas como el peso específico, la absorción y el alabeo.
3. Para futuras investigaciones es recomendable continuar realizando otros ensayos respecto a propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos artesanales para muros no portantes para un porcentaje del 5% en función del peso de los ladrillos artesanales, no realizados en la presente investigación como lo puede ser la resistencia a la flexión y resistencia a la compresión diagonal, así como respecto al tema económico, a fin de implementarlo en la realidad en beneficio de la sociedad.
4. Deben de realizarse también investigaciones respecto a la adición del RM para muros portantes, recomendándose utilizar porcentajes menores al 5% respecto al peso del ladrillo, así como también, poder combinarlo con otros aditivos naturales, para optimizar su comportamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, F. *Análisis y diseño de edificaciones en albañilería*. 2.^a ed. Lima: San Marcos, 2005. 312 pp. ISBN: 9972-34-290-5.
- ARQUÍÑIGO, W. Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. 92 pp [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021]. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7627/ARQUI%c3%91IGO_WILSON_CALIDAD_ESTRUCTURAL_LADRILLOS_ARTESANALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CACHAGO, M. y CAGUANO, C. Utilización de lodos de la planta de tratamiento de agua residual de la empresa Franz Viegener F.V.-Área Andina S.A. para la elaboración de ladrillos artesanales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2016. 126 pp [fecha de consulta: 29 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6928>
- CHERRE, D. y SANDOVAL, I. Influencia de las cenizas de rastrojo de maíz sobre la resistencia a la compresión axial y la consistencia en un concreto de $f'c=210$ kg/cm². Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2019. 109 pp [fecha de consulta: 04 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2201>
- GALICIA, M. y VELÁSQUEZ, M. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210$ kg/cm². Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cuzco: Universidad

Andina del Cuzco, 2016. 162 pp [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021]. Disponible en:

http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/348/3/M%C3%B3nica_Marco_Tesis_bachiller_2016.pdf

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. 4.^a ed. México: Mc Graw Hill Interamericana, 2006. 849 pp. ISBN: 978-970-10-5753-7.

ORRALA, F. y GÓMEZ, F. Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena. Tesis (Título de Ingeniero Civil). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015. 131 pp [fecha de consulta: 29 de abril de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2272>

OSEDA, D. *et al. Fundamentos de la investigación científica*. Huancayo: Soluciones Gráficas SAC, 2018. 288 pp. ISBN: 978-612-47601-3-6.

PÉREZ, J. y VÁSQUEZ, S. Valoración ambiental de la producción de materiales de construcción (ladrillo artesanal) en la zona Centro de Chiapas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiapas: Universidad Autónoma de Chiapas, 2007. 124 pp [fecha de consulta: 28 de abril de 2021]. Disponible en: [http://www.cecodes.net/files/VALORACION%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20PRODUCCION%20DE%20MATERIALES%20DE%20CONSTRUCCION%20\(LADRILLO%20ARTESANAL\)%20EN%20LA%20ZONA%20CENTRO%20DE%20CHIAPAS.pdf](http://www.cecodes.net/files/VALORACION%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20PRODUCCION%20DE%20MATERIALES%20DE%20CONSTRUCCION%20(LADRILLO%20ARTESANAL)%20EN%20LA%20ZONA%20CENTRO%20DE%20CHIAPAS.pdf)

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Albañilería.

E.070: 2006. Lima: MVCS, 2006. 15 pp.

REVISTAS

GONZÁLES, E. y LIZÁRRAGA, L. Evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas, caso Chiapas, México. *Revista Académica Ingeniería* [en línea]. Mayo, 2015, 19(2), 91-101 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. ISSN: 1665-529-X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750925002.pdf>

GUERRERO, G., et al. Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales. *Tecnura* [en línea]. Enero-diciembre, 2017, 6(1), 118-131 [fecha de consulta: 09 de mayo de 2021]. ISSN: 2248-7638. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257050668009.pdf>

SALAS, E. Incremento de resistencia a la compresión del concreto obtenido a través de adición de ceniza de rastrojo de maíz. *Revista de investigación Yachay* [en línea]. Enero-marzo, 2017, 21(51), 118-131 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. ISSN: 2412-2963. Disponible en: <https://revistas.uandina.edu.pe/index.php/Yachay/article/view/36/32>

PERIÓDICOS

DE LA VEGA, M. Perú puede tener un boom en la construcción [en línea]. *El Peruano*, Lima, 26 de abril de 2021. (En sección: Economía) [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/119555-peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion>

INGA, J. Se incrementa la producción de maíz en Junín a 20 mil hectáreas [en línea]. *Correo*, Huancayo, 10 de agosto de 2015. (En sección: Noticias) [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/peru/se-incrementa-la->

produccion-de-maiz-a-20-mil-609016/

PÁGINAS WEB

ACEROS Arequipa. Albañilería confinada. 2015 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.acerosarequipa.com/manual-para-maestro-de-obra/albanileria-confinada/componentes-de-la-albanileria-confinada/concreto.html>

AGRODIGITAL. ¿Qué hacer con el rastrojo de maíz?. 2010 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://blog.is-arquitectura.es/2010/10/13/material-de-construccion-a-partir-de-rastrojo-de-maiz/>

ARQUITECTURA. Material de construcción a partir de rastrojo de maíz. 2009 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.agrodigital.com/2009/10/07/que-hacer-con-el-rastrojo-de-maiz/>

CONSTRUYENDO seguro. ¿Qué son los muros portantes y cuál es su importancia?. 2015 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.construyendoseguro.com/que-son-los-muros-portantes-y-cual-es-su-importancia/>

LADRILLOS agtecno-3. Los diferentes tipos de ladrillos utilizados en la construcción. 2018 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.ladrillostecno3.com/los-diferentes-tipos-de-ladrillos-utilizados-en-la-construccion>.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título del Proyecto:

UTILIZACIÓN DEL RASTROJO DE MAÍZ EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES PARA MUROS NO PORTANTES

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	
¿De qué manera incide la utilización del rastrojo de maíz en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes?	Evaluar la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes.	La utilización del rastrojo de maíz incide significativamente en la fabricación de ladrillos artesanales para muros no portantes.	INDEPENDIENTE:	Caracterización	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN: * Científico. TIPO DE INVESTIGACIÓN: * Aplicado. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: * Explicativo. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: * Experimental (Tipo cuasi-experimental). POBLACIÓN Y MUESTRA: * POBLACIÓN 50 unidades de ladrillos con rastrojo de maíz. * MUESTRA: El número total de muestras es el mismo número de la población, por lo tanto es una muestra censal. TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN: * La observación directa. * La revisión bibliográfica. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: * Los formatos de los laboratorios.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	Rastrojo de maíz	Porcentaje de rastrojo de maíz utilizado	
¿Cuál es la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales?	Determinar la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales.	Al utilizar el rastrojo de maíz se incide significativamente en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales.	DEPENDIENTE:	Propiedades mecánicas	
¿Cuál es la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales?	Establecer la incidencia de la utilización del rastrojo de maíz en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.	Al utilizar el rastrojo de maíz se incide significativamente en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.	Ladrillos artesanales	Propiedades físicas	

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	ESCALA DE MEDICIÓN
Rastrojo de maíz	Consiste en las hojas, tallos y mazorcas de maíz que quedan en un campo después de la cosecha. Tal rastrojo constituye aproximadamente la mitad del rendimiento de un cultivo de maíz y es similar a la paja de otras gramíneas de cereales; es un producto agrícola muy común en áreas con grandes cantidades de producción de maíz.	Se adicionó el rastrojo de maíz en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% en función del peso de los ladrillos artesanales, esto se comparó con los resultados sin adición es decir al 0%.	Caracterización	Granulometría	mm	Razón
			Porcentaje de rastrojo de maíz utilizado	0.00%	%	Intervalo
				2.50%	%	Intervalo
				5.00%	%	Intervalo
				7.50%	%	Intervalo
				10.00%	%	Intervalo
Ladrillos artesanales	El ladrillo estará constituido por una dosificación de polímero derivado del almidón de papa y arcilla, que estará destinado para levantar los muros y dividir espacios o ambientes dentro de una edificación, aligerando el peso de los techos, cumpliendo con la NTP 331.017 y la norma E.070.	Se realizaron ensayos en los ladrillos artesanales no portantes para determinar su compresión, flexotracción, peso unitario, alabeo, espesor y área, en función de la cada ladrillo que logró el óptimo comportamiento.	Propiedades mecánicas	Compresión	Pulg	Razón
				Flexotracción	kg/cm3	Razón
			Propiedades físicas	Peso unitario	kg	Razón
				Alabeo	mm	Razón
				Espesor	m	Razón
				Área	m2	Razón

Anexo 03: Ensayos del laboratorio

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-11-21	10-11-21	M-01	SG. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES

TÍTULO: "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.

UBICACIÓN: DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 399-813
- DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y LA ABSORCIÓN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el Cliente

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales o servicios especificados en el mismo y/o deberá interpretarse bajo el parámetro de la aprobación por escrito del LABORATORIO

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Peso Saturado (gr)	Peso Sumergido (gr)	Peso Seco al Horno (gr)	Peso Especif. (gr/cm ³)	Absorción (%)
Patrón	0%	M-01	3969 gr	661 gr	3423 gr	1.03	15 %
Patrón	0%	M-02	3930 gr	675 gr	3486 gr	1.08	12 %
Patrón	0%	M-03	3725 gr	702 gr	3458 gr	1.14	8 %
Patrón	0%	M-04	3831 gr	725 gr	3428 gr	1.10	12 %
Patrón	0%	M-05	3856 gr	712 gr	3475 gr	1.11	11 %
Patrón	0%	M-06	3615 gr	722 gr	3392 gr	1.17	7 %
Patrón	0%	M-07	3625 gr	698 gr	3320 gr	1.13	9 %
Patrón	0%	M-08	3741 gr	667 gr	3390 gr	1.10	10 %
Patrón	0%	M-09	3625 gr	636 gr	3292 gr	1.10	10 %
Patrón	0%	M-10	3723 gr	684 gr	3299 gr	1.09	13 %

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Peso Saturado (gr)	Peso Sumergido (gr)	Peso Seco al Horno (gr)	Peso Especif. (gr/cm ³)	Absorción (%)
Sustitución	2.5%	M-01	4055 gr	668 gr	3518 gr	1.07	12 %
Sustitución	2.5%	M-02	3986 gr	725 gr	3498 gr	1.07	14 %
Sustitución	2.5%	M-03	4123 gr	745 gr	3534 gr	1.08	13 %
Sustitución	2.5%	M-04	3856 gr	763 gr	3448 gr	1.11	12 %
Sustitución	2.5%	M-05	3941 gr	716 gr	3567 gr	1.11	10 %
Sustitución	2.5%	M-06	4012 gr	766 gr	3580 gr	1.11	12 %
Sustitución	2.5%	M-07	3942 gr	801 gr	3509 gr	1.12	12 %
Sustitución	2.5%	M-08	3841 gr	812 gr	3443 gr	1.14	12 %
Sustitución	2.5%	M-09	3756 gr	783 gr	3405 gr	1.15	10 %
Sustitución	2.5%	M-10	3826 gr	752 gr	3371 gr	1.10	13 %

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Peso Saturado (gr)	Peso Sumergido (gr)	Peso Seco al Horno (gr)	Peso Especif. (gr/cm ³)	Absorción (%)
Sustitución	5%	M-01	3969 gr	773 gr	3446 gr	1.08	15 %
Sustitución	5%	M-02	4012 gr	798 gr	3469 gr	1.08	16 %
Sustitución	5%	M-03	4026 gr	812 gr	3525 gr	1.10	14 %
Sustitución	5%	M-04	3954 gr	835 gr	3480 gr	1.12	13 %
Sustitución	5%	M-05	3896 gr	782 gr	3390 gr	1.09	15 %
Sustitución	5%	M-06	4123 gr	842 gr	3645 gr	1.11	13 %
Sustitución	5%	M-07	3938 gr	826 gr	3410 gr	1.10	15 %
Sustitución	5%	M-08	3963 gr	756 gr	3480 gr	1.09	14 %
Sustitución	5%	M-09	4026 gr	810 gr	3559 gr	1.11	13 %
Sustitución	5%	M-10	3986 gr	780 gr	3455 gr	1.08	15 %

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
Revisado: Ing. Johay R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00488-2018/DSD



SILVER GEO SAC.
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos

Ing. Civil Johay R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I. N° 201352

RUC: 20601685604
[Pág. 01]



Av. Angel Terrén de Quirós N° 2899 Int. 104 Urb. Elba, Lima
 Dpto. Norte N° 122-152 Chirca, Huancayo
 Telef. 96404588 / 95550394
 Correo: silvergeo@peru.net

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-11-21	10-11-21	M-01	SG. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el Cliente

TESIS: "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

ENSAYOS REALIZADOS:
 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 399.813
 - DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y LA ABSORCIÓN

Este informe es final, válido solo para el efecto a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Peso Saturado (gr)	Peso Sumergido (gr)	Peso Seco al Horno (gr)	Peso Especif. (gr/cm ³)	Absorción (%)
Sustitución	7.5%	M-01	3907 gr	771 gr	3367 gr	1.07	16 %
Sustitución	7.5%	M-02	4012 gr	856 gr	3534 gr	1.12	14 %
Sustitución	7.5%	M-03	3896 gr	798 gr	3341 gr	1.06	17 %
Sustitución	7.5%	M-04	3656 gr	625 gr	3378 gr	1.05	14 %
Sustitución	7.5%	M-05	3745 gr	688 gr	3290 gr	1.06	14 %
Sustitución	7.5%	M-06	3756 gr	774 gr	3214 gr	1.06	17 %
Sustitución	7.5%	M-07	3666 gr	862 gr	3311 gr	1.11	16 %
Sustitución	7.5%	M-08	3912 gr	752 gr	3452 gr	1.09	13 %
Sustitución	7.5%	M-09	3975 gr	815 gr	3301 gr	1.11	14 %
Sustitución	7.5%	M-10	3645 gr	688 gr	3415 gr	1.08	13 %

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Peso Saturado (gr)	Peso Sumergido (gr)	Peso Seco al Horno (gr)	Peso Especif. (gr/cm ³)	Absorción (%)
Sustitución	10%	M-01	3646 gr	708 gr	3298 gr	1.05	17 %
Sustitución	10%	M-02	3758 gr	712 gr	3321 gr	1.09	13 %
Sustitución	10%	M-03	3666 gr	720 gr	3394 gr	1.08	14 %
Sustitución	10%	M-04	3842 gr	785 gr	3345 gr	1.09	15 %
Sustitución	10%	M-05	3785 gr	791 gr	3226 gr	1.08	17 %
Sustitución	10%	M-06	3901 gr	745 gr	3359 gr	1.08	16 %
Sustitución	10%	M-07	3862 gr	835 gr	3297 gr	1.09	17 %
Sustitución	10%	M-08	3812 gr	802 gr	3295 gr	1.09	16 %
Sustitución	10%	M-09	3910 gr	696 gr	3425 gr	1.07	14 %
Sustitución	10%	M-10	3795 gr	685 gr	3245 gr	1.04	17 %

SILVER GEO SAC.
 (Laboratorio Geo-Técnico)
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos
 Ing. Civil **José R. RAYMUNDO OLIVERA**
 R. S. N° 214352

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Ram Y.R.
 Revisado: Ing. Josely R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/050

RUC: 2060168534 [Pág. 02]



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2899 (+1, 104 ubi. Ello Line
 Pje. Nufre N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 845000000 / 955505034
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE PROBES
10-11-21	10-11-21	M-01	GG. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES **TEMA:** "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. **ENSAYOS REALIZADOS:**

DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 369-813
 - DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS LADRILLOS

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente

Este informe de resultados sólo es válido si los muestreos o cálculos son correctos o si el cliente autoriza expresamente al ingeniero por escrito del LABORATORIO

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior			Cara Inferior			Espesor				
			Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Superior (mm ²)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Inferior (mm ²)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	e ₃ (mm)	e ₄ (mm)	e ₅ (mm)
Patrón	0%	M-01	229	122	27816	224	122	27328	81	79	81	81	81
Patrón	0%	M-02	229	122	27816	228	122	27816	75	77	79	80	78
Patrón	0%	M-03	227	122	27694	223	126	28038	77	78	82	79	79
Patrón	0%	M-04	229	122	27938	227	124	28148	74	78	78	78	77
Patrón	0%	M-05	228	123	27798	227	122	27694	74	77	76	76	76
Patrón	0%	M-06	222	122	27084	227	124	28148	76	77	76	76	76
Patrón	0%	M-07	224	123	27552	224	125	28090	79	77	75	76	77
Patrón	0%	M-08	225	121	27225	227	124	28148	78	78	76	76	77
Patrón	0%	M-09	220	122	26840	228	126	28728	78	77	79	80	78
Patrón	0%	M-10	230	122	28060	228	124	28272	79	80	76	77	78

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior			Cara Inferior			Espesor				
			Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Superior (mm ²)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Inferior (mm ²)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	e ₃ (mm)	e ₄ (mm)	e ₅ (mm)
Sustitución	2.5%	M-01	229	122	27816	229	125	28625	78	78	78	80	79
Sustitución	2.5%	M-02	228	121	27588	229	126	28854	77	81	76	80	79
Sustitución	2.5%	M-03	224	125	28000	227	126	28602	79	76	77	78	78
Sustitución	2.5%	M-04	228	122	27816	225	125	28125	78	79	80	80	78
Sustitución	2.5%	M-05	225	123	27675	227	124	28148	79	79	80	77	79
Sustitución	2.5%	M-06	226	121	27346	229	122	28840	76	82	80	79	78
Sustitución	2.5%	M-07	228	122	27816	228	123	28044	80	79	79	79	79
Sustitución	2.5%	M-08	227	121	27487	230	123	28290	78	78	79	78	78
Sustitución	2.5%	M-09	225	121	27225	229	122	27958	80	79	81	79	80
Sustitución	2.5%	M-10	227	122	27694	230	123	28290	78	78	78	78	78

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior			Cara Inferior			Espesor				
			Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Superior (mm ²)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Inferior (mm ²)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	e ₃ (mm)	e ₄ (mm)	e ₅ (mm)
Sustitución	5%	M-01	226	121	27346	227	121	27467	78	78	78	78	78
Sustitución	5%	M-02	228	122	27816	227	124	28148	80	78	77	80	79
Sustitución	5%	M-03	228	122	27816	230	121	27830	78	78	78	77	78
Sustitución	5%	M-04	228	122	27816	229	124	28398	78	79	79	77	78
Sustitución	5%	M-05	226	121	27346	230	122	28060	79	79	79	80	79
Sustitución	5%	M-06	226	123	27798	225	123	27675	80	80	79	78	79
Sustitución	5%	M-07	227	125	28375	228	123	28044	77	77	78	79	77
Sustitución	5%	M-08	226	123	27798	229	123	28167	79	79	77	78	78
Sustitución	5%	M-09	227	124	28148	227	123	27921	78	77	78	77	78
Sustitución	5%	M-10	228	123	28044	228	124	28272	77	78	77	77	77

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
 Ing. Carl Johan R. RAMÍREZ OLIVERA
 C. P. N. 374337

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Johan R. O.

RUC: 2060188524
 [Pag. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/D60



Dr. Angel Fernando Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elia, Lima
 Paje N° 05 N° 122-132 Chila, Huancayo
 Telf: 950045430 / 92202584
 Correo: silvergeosac@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-11-21	10-11-21	M-01	SG. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES **TESIS:** "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 300.813
- DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS LADRILLOS

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestras por el Cliente

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior			Cara Inferior			Espesor					
			Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Superior (mm ²)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Inferior (mm ²)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	e ₃ (mm)	e ₄ (mm)	e ₅ (mm)	
Sustitución	7.5%	M-01	227	121	27467	230	123	28290	76	78	79	78	78	78
Sustitución	7.5%	M-02	226	121	27346	225	124	27900	76	80	78	78	78	78
Sustitución	7.5%	M-03	227	121	27467	229	122	27938	78	78	77	78	79	78
Sustitución	7.5%	M-04	226	122	27572	228	122	27816	77	78	78	76	77	78
Sustitución	7.5%	M-05	229	123	28167	225	124	27900	76	79	79	78	79	78
Sustitución	7.5%	M-06	226	120	27120	224	121	27194	78	79	79	78	78	78
Sustitución	7.5%	M-07	226	122	27572	225	122	27450	76	78	78	78	78	78
Sustitución	7.5%	M-08	227	121	27467	227	124	28148	78	79	78	79	79	79
Sustitución	7.5%	M-09	230	122	28060	229	124	28398	78	79	78	78	79	78
Sustitución	7.5%	M-10	227	123	27921	226	123	27798	77	80	77	78	78	78

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior			Cara Inferior			Espesor					
			Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Superior (mm ²)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área Inferior (mm ²)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	e ₃ (mm)	e ₄ (mm)	e ₅ (mm)	
Sustitución	10%	M-01	227	121	27467	229	123	28167	77	77	78	77	77	77
Sustitución	10%	M-02	229	120	27480	227	125	28375	78	79	78	80	79	78
Sustitución	10%	M-03	229	122	27938	225	122	27450	77	77	77	78	77	77
Sustitución	10%	M-04	228	122	27816	224	123	27552	78	78	78	78	78	78
Sustitución	10%	M-05	223	121	26963	225	122	27572	78	78	78	78	78	78
Sustitución	10%	M-06	227	121	27467	229	123	28167	77	77	78	77	77	77
Sustitución	10%	M-07	229	120	27480	227	125	28375	78	79	78	80	79	78
Sustitución	10%	M-08	229	122	27938	225	122	27450	77	77	77	78	77	77
Sustitución	10%	M-09	226	122	27816	224	123	27552	78	78	78	78	78	78
Sustitución	10%	M-10	223	121	26963	225	122	27572	78	78	78	78	78	78

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no cubre reproducción total ni parcial de la aplicación por parte del LABORATORIO

SILVER GEO SAC.
 Ingenieros Civiles
 en Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Cristóbal R. MUNDINO OLIVERA
 C.I.P. N° 274000

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

RLC 2000160524
 [Pag. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPi con Resolución N° 004588-2019/DSD



J. Ángel Fernández Quiroga N° 2009-045 104 yto. Edo. Lima
 Pje. Nufies N° 122-152 Chica, Huancayo
 Telef. 84334688 / 85325184
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-11-21	10-11-21	M-01	SG. N°117/2021

SOLICITANTE:

BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES

TEMA:

"UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGÚN NTP 396-813
- DETERMINACIÓN DEL ALABEO DE LOS LADRILLOS

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestra por el Cliente

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior	Cara Inferior	Bordes				Mayor Alabeo (mm)		
					Alabeo mm		Alabeo mm			Alabeo mm	
					Borde 01	Borde 02	Borde 03	Borde 04			
Patrón	0%	M-01	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 3	Concavo 2	4 mm		
Patrón	0%	M-02	Concavo 3	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	4 mm		
Patrón	0%	M-03	Concavo 5	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	5 mm		
Patrón	0%	M-04	Concavo 2	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	4 mm		
Patrón	0%	M-05	Concavo 2	Concavo 5	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	5 mm		
Patrón	0%	M-06	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	2 mm		
Patrón	0%	M-07	Concavo 3	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	4 mm		
Patrón	0%	M-08	Concavo 2	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	3 mm		
Patrón	0%	M-09	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	2 mm		
Patrón	0%	M-10	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	2 mm		

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior	Cara Inferior	Bordes				Mayor Alabeo (mm)		
					Alabeo mm		Alabeo mm			Alabeo mm	
					Borde 01	Borde 02	Borde 03	Borde 04			
Sustitución	2.5%	M-01	Concavo 6	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	5 mm		
Sustitución	2.5%	M-02	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	3 mm		
Sustitución	2.5%	M-03	Concavo 4	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	4 mm		
Sustitución	2.5%	M-04	Concavo 6	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	6 mm		
Sustitución	2.5%	M-05	Concavo 6	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	6 mm		
Sustitución	2.5%	M-06	Concavo 5	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	5 mm		
Sustitución	2.5%	M-07	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	3 mm		
Sustitución	2.5%	M-08	Concavo 5	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	5 mm		
Sustitución	2.5%	M-09	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	2 mm		
Sustitución	2.5%	M-10	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	3 mm		

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior	Cara Inferior	Bordes				Mayor Alabeo (mm)		
					Alabeo mm		Alabeo mm			Alabeo mm	
					Borde 01	Borde 02	Borde 03	Borde 04			
Sustitución	5%	M-01	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	3 mm		
Sustitución	5%	M-02	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	4 mm		
Sustitución	5%	M-03	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	3 mm		
Sustitución	5%	M-04	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	4 mm		
Sustitución	5%	M-05	Concavo 6	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	6 mm		
Sustitución	5%	M-06	Concavo 6	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	6 mm		
Sustitución	5%	M-07	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	3 mm		
Sustitución	5%	M-08	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 3	Concavo 2	3 mm		
Sustitución	5%	M-09	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	3 mm		
Sustitución	5%	M-10	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 3	3 mm		

Este informe de resultados está afecto a los estándares y procedimientos de ensayo y no deberá reportarse hasta que personalmente se le apruebe por escrito al solicitante.

SILVER GEO S.A.C.
 Gerencia General
 Calle Comercio 1000 y Pisco
 Huancayo - Junín
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I. N° 2014.152

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

RUC: 2060169524
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/D6D



J. Ángel Fernández Quiroz N° 3809 en 154 yta. Edo. Lima
 Pje. Maife N° 132-152 Chica, Huancayo
 Telf: 54344223 / 953205184
 Correo: silvergeo@peru.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-11-21	10-11-21	M-01	BQ. N°1172021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES

TESIS: "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA SEGUN NTP 399-613
 - DETERMINACIÓN DEL ALBELO DE LOS LADRILLOS

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestro por el Cliente

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior	Cara Inferior	Bordes								Mayor Alabeo (mm)		
					Alabeo mm		Borde 01		Borde 02		Borde 03			Borde 04	
					Alabeo	mm	Alabeo	mm	Alabeo	mm	Alabeo	mm		Alabeo	mm
Sustitución	7.5%	M-01	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	3 mm	
Sustitución	7.5%	M-02	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	4 mm	
Sustitución	7.5%	M-03	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	3 mm	
Sustitución	7.5%	M-04	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	3 mm	
Sustitución	7.5%	M-05	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	4 mm	
Sustitución	7.5%	M-06	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	3 mm	
Sustitución	7.5%	M-07	Concavo 5	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 3	Concavo 3	Concavo 3	Concavo 3	5 mm	
Sustitución	7.5%	M-08	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 3	Concavo 2	3 mm							
Sustitución	7.5%	M-09	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	2 mm						
Sustitución	7.5%	M-10	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	2 mm	

Muestra	% de Sustitución	Código de Muestra	Cara Superior	Cara Inferior	Bordes								Mayor Alabeo (mm)		
					Alabeo mm		Borde 01		Borde 02		Borde 03			Borde 04	
					Alabeo	mm	Alabeo	mm	Alabeo	mm	Alabeo	mm		Alabeo	mm
Sustitución	10%	M-01	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	2 mm	
Sustitución	10%	M-02	Concavo 5	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	5 mm	
Sustitución	10%	M-03	Concavo 5	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	5 mm							
Sustitución	10%	M-04	Concavo 4	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	4 mm	
Sustitución	10%	M-05	Concavo 3	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	3 mm							
Sustitución	10%	M-06	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 3	3 mm						
Sustitución	10%	M-07	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	2 mm	
Sustitución	10%	M-08	Concavo 2	Concavo 3	Concavo 2	3 mm									
Sustitución	10%	M-09	Concavo 2	Concavo 4	Concavo 3	Concavo 3	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	4 mm	
Sustitución	10%	M-10	Concavo 1	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 2	Concavo 3	Concavo 1	3 mm						

Este informe de Resultados sólo sirve a los fines mencionados, convalidados a efectos de ser usados como soporte para el procedimiento de la aplicación por el cliente LABORATORIO

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 C.T.P. N° 204152

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

RUC: 20601685624
 [Pág. 06]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/D6D



R. Angel Fernandez Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. EBO, Lima
 Pasaje Matías N° 122 - 152 Chloa, Huancayo
 Telf: 064212021 / 964849485 / 915525584
 Correo: administracion@silvergeosacs.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10/11/2021	15/11/2021	CM-01	SG. N°117/2021

SOLICITANTE:

BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERRÓGENES

TESIS:

"UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DE LAS NOTURAS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEK S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

- ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 - NTP 399.613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de ladrillos de Arcilla
 Modalidad : Muestreado por el Cliente
 Metodo de Muestreo : NTP 399.613 Metodo de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 399.613

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Materiales Referenciado	Área de la Sección del ladrillo	Área de la Sección Bruta	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Max)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Ladrillo
1	CM-01_01	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27810 mm²	27810 mm²	51.85 kN	1.86	19.01	Ladrillo de Arcilla Patrón
2	CM-01_02	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27810 mm²	27810 mm²	53.10 kN	1.91	19.47	Ladrillo de Arcilla Patrón
3	CM-01_03	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27810 mm²	27810 mm²	62.63 kN	2.25	22.96	Ladrillo de Arcilla Patrón
							55.86 kN	2.01	20.5	

Este informe de Resultados solo afecta a los contenidos e información suministrada en el momento de la elaboración del mismo por el laboratorio [LSCM112021]

Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica



NOTAS:

T) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC-47, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C69/G99M-15

OBSERVACIONES:

Realizado : Bach. Hans Y.R.
 Revisado : Ing. Johnny R. D.

SILVER GEO SACS.
 Geotecnia y Suelos
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos

Ing. Cecil Johnny R. **RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 20143352

RUC: 20601885524
 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/DSD



J. Ángel Hernández Quirós N° 285916, 104 Urb. Elia, Lima
 Pasaje N° 1021 / 96404988 / 95519354
 Correo: alicia@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10/11/2021	15/11/2021	CM-02	SG. N°117/2021

SOLICITANTE: **BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES** TESIS: **"UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"**

UBICACIÓN DE LAS ROTURAS: REFERENCIAS NORMATIVAS:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

- ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 - NTP 309.613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de ladrillos de Arcilla
 Modalidad : Muestreado por el Cliente
 Método de Muestreo : NTP 309.613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Material Roturado	Área de la Sección del ladrillo	Área de la Sección Bruta	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Ladrillo
1	CM-02_01	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27910 mm²	27910 mm²	74.20 kN	2.66	27.11	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 2.5%
2	CM-02_02	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27910 mm²	27910 mm²	59.05 kN	2.12	21.57	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 2.5%
3	CM-02_03	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27910 mm²	27910 mm²	94.35 kN	3.02	30.81	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 2.5%
							72.53 kN	2.60	26.5	

Este informe de Resultados sólo aplica a los materiales o materiales suministrados y no cubre representativo del material de la obra.



NOTAS:

1) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINJUAN LTDA, modelo PC-42, serie 437 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

Observaciones:

Realizado: **Bach. Hans Y.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**



RUC: 20801685524
 (Pág. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Perennino Cuzco N° 2809 int. 104 Urb. Elco, Lima
 Pasaje N°105 N° 123-122 Chlca, Huancayo
 Telef. 064212021 / 96484988 / 915351984
 Correo: administrador@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10/11/2021	15/11/2021	CM-03	SG. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES	TEMA: "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"
UBICACIÓN DE LAS NOTURAS: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	REFERENCIAS NORMATIVAS: - ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO - NTP 399 613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de ladrillos de Arcilla Modalidad : Muestreado por el Cliente Método de Muestreo : NTP 399 613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayo de Ladrillos Usados en Albañilería	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 399.613

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Material Referenciado	Área de la Sección del ladrillo	Área de la Sección Bruta	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Ladrillo
1	CM-03_01	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27914 mm²	27914 mm²	65.25 kN	3.05	31.14	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 5%
2	CM-03_02	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27914 mm²	27914 mm²	86.51 kN	3.10	31.60	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 5%
3	CM-03_03	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27914 mm²	27914 mm²	88.63 kN	3.33	34.60	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 5%

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse para fines de inscripción en el Registro de Inscritos.

Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica



NOTAS:
 1) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINZAR LTDA, modelo PC-42, serie 437 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C29M-15.

OBSERVACIONES:	 SILVER GEO SAC. Consultoría Geotécnica Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos Ing. Civil José R. RAMUNDO OLIVERA C. I. P. N.º 2014-152	RUC: 20601685524 [Pg. 03]
Realizado: Bach. Hans Y.A. Revisado: Ing. Josely R. G.		

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD



R. Ángel Fernández Quiroz N° 2828 Int. 104 Urb. El Sol, Lima
 Pasaje N° 123, 152-Dicha, Huancayo
 Telef: 0642 1021 / 964048883 / 935505594
 Correo: geotecnico@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10/11/2021	15/11/2021	CM-04	SG. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES

TEMA: "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DE LAS ROTURAS: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 - ASTM E4-8 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 - NTP 309.613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA

TONA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de ladrillos de Arcilla
 Modalidad : Muestreado por el Cliente
 Método de Muestreo : NTP 309.613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Material Reforzado	Área de la Sección del ladrillo	Área de la Sección Útil	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipos de Ladrillo
1	CM-04_01	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27745 mm²	27745 mm²	84.19 kN	3.03	30.62	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 7.5%
2	CM-04_02	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27745 mm²	27745 mm²	63.02 kN	2.27	23.16	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 7.5%
3	CM-04_03	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27745 mm²	27745 mm²	57.91 kN	2.09	21.28	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 7.5%
							88.35 kN	2.45	25.1	

Este informe es distribuido solo dentro de los muestreos, o únicamente para fines de referencia y no debe ser utilizado para otros fines.



NOTAS:
 1) Los ensayos se efectuaron en una prensa triaxial del fabricante PRIZUR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C19/C99M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Jobay R. O.

SILVER GEO SAC
 Consultoría Geotécnica
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos

Ing. Carl Jobay R. RAFAELITO OLIVERA
 C.I. N° 27 4 373

RUC: 20601885024
 [Pg. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Angel Hernández Quiroz N° 2839 Int. 154 Urb. Elba Lima
 Pasaje Muelle N° 120-152 Ocha, Huancayo
 Telef. 064212021 / 043146884 / 993301684
 Correo: g@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. PUESTA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10/11/2021	15/11/2021	CM-05	SG. N°117/2021

SOLICITANTE: **BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES** TESIS: **"UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"**

UBICACIÓN DE LAS ROTURAS: REFERENCIAS NORMATIVAS:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
 - ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 - NTP 399.813 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Resistencia a la Compresión de ladrillos de Arcilla
 Modalidad : Muestreado por el Cliente
 Metodo de Muestreo : NTP 399.813 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.813

N°	Código del Testigo	Fecha de Muestra	Fecha de Ensayo	Materiales Referenciado	Área de la Sección del ladrillo	Área de la Sección Bruta	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo en Compresión (Mpa)	Esfuerzo en Compresión (kg/cm²)	Tipo de Ladrillo
1	CM-05_01	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27680 mm²	27680 mm²	63.57 kN	2.30	23.46	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 10%
2	CM-05_02	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27680 mm²	27680 mm²	56.93 kN	2.13	21.73	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 10%
3	CM-05_03	10/11/2021	15/11/2021	Yeso	27680 mm²	27680 mm²	60.42 kN	2.18	22.3	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 10%

Este informe de Resultados solo aplica a los materiales e elementos representados y no deberá reproducirse parcialmente sin el consentimiento del LABORATORIO

Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica



NOTAS:
 1) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-13

OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Jobay R. D.
 SILVER GEO SAC.
 Consultoría Geotecnia
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos
 Ing. Civil Jobay R. RAMALUNGO OLIVERI
 RUC: 20601685524 [Pág. 05]



In: Angel Fernández Cuzco N° 2809 W. 104 Urb. Edo. Lima
 Pasaje Mañes N° 122 152 Chilo, Huancayo
 Telef. 064213221 / 864349886 / 993030304
 Correo: administrador@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10/11/2021	16/11/2021	FE-01	SG. N°117/2021

SOLICITANTE:	TEGSI
BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES	"UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO NTP 399-613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	

Tipo de Ensayo : Flexión de Ladrillos de Arcilla
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia in-situ bajo responsabilidad del cliente.
 Método de Muestreo : NTP 399-613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Archa Promedio (mm)	Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	X _{promedio}	Tipo de Ladrillo
1	FE-01_01	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	4.32 kN	1.30	13.22	10 mm	Ladrillo de Arcilla Patrón
2	FE-01_02	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	5.54 kN	1.50	15.31	13 mm	Ladrillo de Arcilla Patrón
3	FE-01_03	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	4.61 kN	1.35	13.70	15 mm	Ladrillo de Arcilla Patrón
							4.62 kN	1.36	14.1		

Este Informe de Resultados solo aplica a los materiales e instrumentos suministrados y no deberá reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de LASOPSA (COPRO)

Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica



- NOTAS:**
- 1) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recajo y/o entrega en laboratorio, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente.
 - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sag en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Ruth Hiras Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC
 Gerencia General
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Petróleo
 Ing. Civil Johnny R. OLIVERA
 C. T. P. N° 3064362

RUC: 20601685524
 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 01, 104 U.I. E.S. LIMA
 Pasaje Naves N° 122, 152 Chica, Huancayo
 Telf: 06412021 / 966346889 / 965505044
 Correo: angel@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10/11/2021	16/11/2021	FE-02	BQ. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES
TESIS: "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
 ASTM E4-8 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 NTP 399.613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Tipo de Ensayo : Flexión de Ladrillos de Arcilla
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia in-situ bajo responsabilidad del cliente.
 Método de Muestreo : NTP 399.613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Ancho Promedio (mm)	Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	X _{grueto}	Tipo de Ladrillo
1	FE-02_01	10/11/2021	16/11/2021	125 mm	80 mm	230 mm	4.46 kN	1.34	13.94	10 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 2.5%
2	FE-02_02	10/11/2021	16/11/2021	125 mm	80 mm	230 mm	4.97 kN	1.45	14.82	12 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 2.5%
3	FE-02_03	10/11/2021	16/11/2021	125 mm	80 mm	230 mm	6.68 kN	1.58	15.90	16 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 2.5%
							5.02 kN	1.45	14.8		

Este informe de resultados sólo aplica a las muestras e elementos representativos e únicos y no deberá reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO.



NOTAS:
 1) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el inicio y/o entrega en laboratorio, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNEUMATICA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 Mpa/sq es conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

DESIGNACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Joley R. G.


SILVER GEO SAC.
 Consultoría Geotécnica
 Laboratorio de Control Geotécnico y Ambiental
 Ing. Civil **Dr. R. RAYMUNDO OLIVERA**
 N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Collado N° 2809 IN, 134 Urb. El Sol, Lima
 Pasaje Huérfan N° 122 752 Ocha, Huancayo
 Telef: 064212021 / 844348888 / 995193344
 Correo: g@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10/11/2021	16/11/2021	FE-03	SG. N°117/2021

SOLICITANTE:

BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES

TESIS:

"UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTECH S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM E4-8 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO
 NTP 300.613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo : Flexión de Ladrillos de Arcilla
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia in-situ bajo responsabilidad del cliente.
 Método de Muestreo : NTP 300.613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayo de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Ancho Promedio (mm)	Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	X _{promedio}	Tipo de Ladrillo
1	FE-03_01	10/11/2021	16/11/2021	80 mm	80 mm	230 mm	5.05 kN	1.48	15.06	12 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 5%
2	FE-03_02	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	5.93 kN	1.76	18.14	10 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 5%
3	FE-03_03	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	6.72 kN	1.61	16.40	15 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 5%
							5.57 kN	1.62	16.5		

Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica

Este informe de resultados solo aplica a las muestras o cementos suministrados e ensayo y no debe ser replicado para otros tipos de muestras o cementos.



NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recibo y/o entrega en laboratorio, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PUNZARI LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-13.

RESERVAIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Jobey R. O.



.....
 Ing. RAYMUNDO OLIVERA RUC: 2060168524
 2014.12.2 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10/11/2021	16/11/2021	FE-04	SQ. N°117/2021

SOLICITANTE: BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES	TESIS: "UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	REFERENCIAS NORMATIVAS: ASTM E4-6 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO NTP 309.613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Tipo de Ensayo : Flexión de Ladrillos de Arcilla Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia in-situ bajo responsabilidad del cliente. Método de Muestreo : NTP 309.613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería	

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Archa Promedio (mm)	Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	X promedio	Tipo de Ladrillo
1	FE-04_01	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	5.15 kN	1.47	14.97	14 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 7.5%
2	FE-04_02	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	5.39 kN	1.51	15.43	15 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 7.5%
3	FE-04_03	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	5.52 kN	1.55	15.83	15 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 7.5%
							5.35 kN	1.51	15.4		

Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica



NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recibo y/o entrega en laboratorio, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente.
- 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINQUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 MN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



D. Angel Fernández Córdova N° 2839 W. 104 Urb. Elia, Lima
 Pasaje Marías N° 122 152 Ochoa, Huancayo
 Telf: 064212021 / 964549889 / 925505544
 Correo: gubco@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE MUESTREO	FECHA FINAL DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10/11/2021	16/11/2021	FE-05	SG. N°117/2021

SOLICITANTE:	TEMA:
BACH. SANTOS SOTOMAYOR HERMÓGENES	"UTILIZACIÓN DE RASTROJO DE MAÍZ EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS NO PORTANTES"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ASTM E4-8 VERIFICACIÓN ESTÁNDAR DE MÁQUINAS DE ENSAYO NTP 399.613 MÉTODO DE ENSAYO EN LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	

Tipo de Ensayo : Flexión de Ladrillos de Arcilla
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia in-situ bajo responsabilidad del cliente.
Método de Muestreo : NTP 399.613 Método de Ensayo para el Muestreo y Ensayos de Ladrillos Usados en Albañilería

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA SEGÚN NTP 339.613

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Ancho Promedio (mm)	Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	X promedio	Tipo de Ladrillo
1	FE-05-01	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	5.07 kN	1.44	14.73	14 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 10%
2	FE-05-02	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	5.09 kN	1.53	15.57	10 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 10%
3	FE-05-03	10/11/2021	16/11/2021	120 mm	80 mm	230 mm	4.91 kN	1.47	15.02	10 mm	Ladrillo de Arcilla Sustitución al 10%
							5.02 kN	1.48	15.1		

Este informe de resultados es el resultado de los muestreos e ensayos realizados y no deberá reproducirse parcialmente en la publicación por escrito de LAZORFUTURO

Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica



- NOTAS:**
- 1) El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el momento de entrega en laboratorio, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente.
 - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PUNJARI LTDA, modelo PC-42, serie 4EJ con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/sig en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-13.

RESERVAIONES:	 SILVER GEO SAC. Ingeniería Geotécnica y Geotecnia Consultoría Técnica Ing. Carl J. R. ROSMUNDO OLIVERA C. I. P. N° 204332	RUC: 20601685524 (Pag. 05)
Realizado: Bach. Hans Y.R. Revisado: Ing. Johnny R. D.		

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004589-2018/DSD

Anexo 05: Panel Fotográfico

Secado de muestras



Enfriado de muestras



Enfriado de muestras



Después del secado se dejó enfriar libres de corrientes de aires por un periodo de 4 horas (no apiladas).

NTP 399.613

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Determinación del Peso Especifico



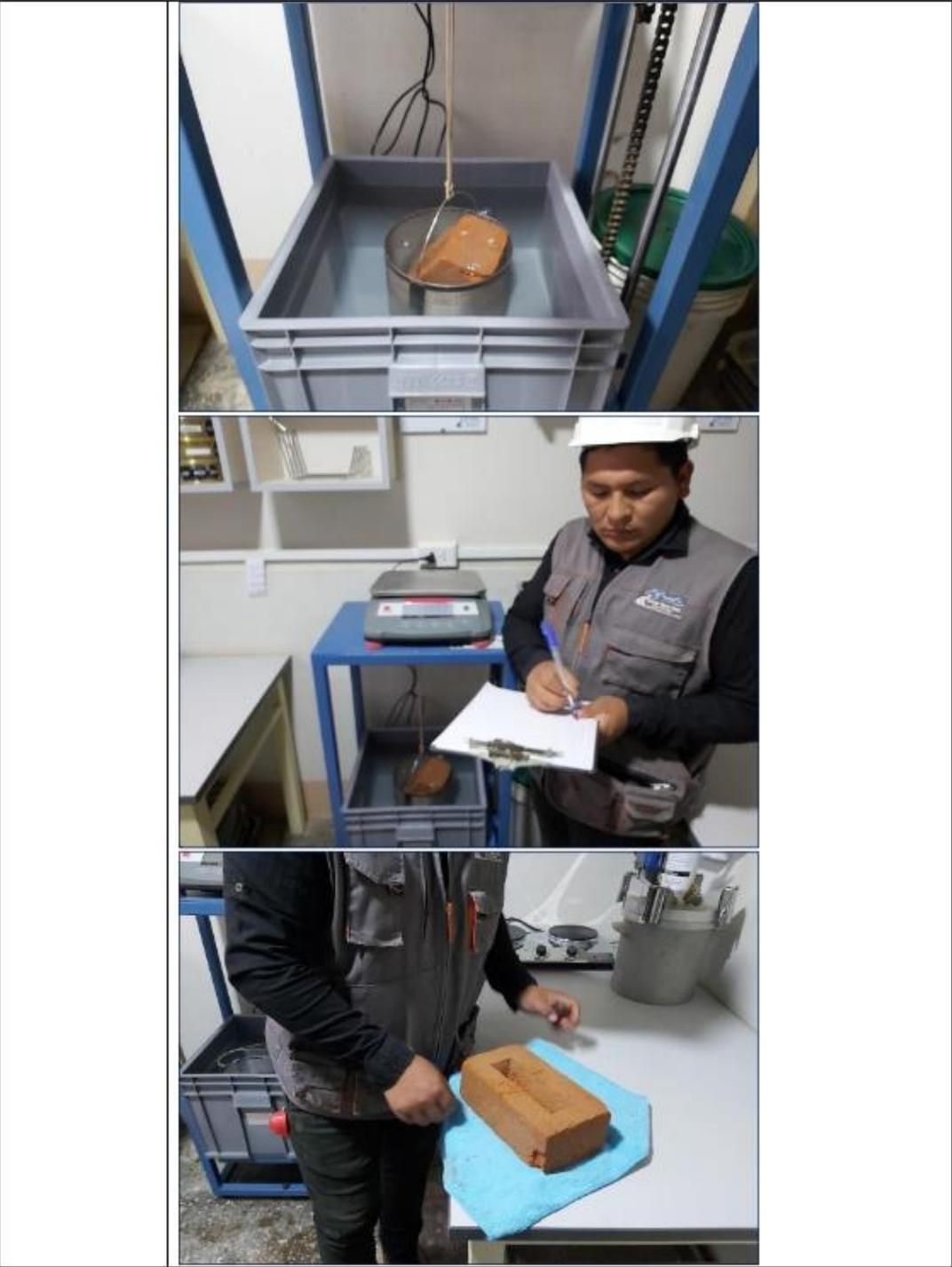
Las muestras fueron saturadas en agua durante 24 hrs antes de las pruebas.



Registramos el peso de las muestras saturadas 5 min después de ser secadas.



Sumergimos en agua y registramos el peso sumergido.





Ingresamos las muestras al horno.



Registramos el peso secado al horno.

NTP 399.613

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Medición del Alabeo

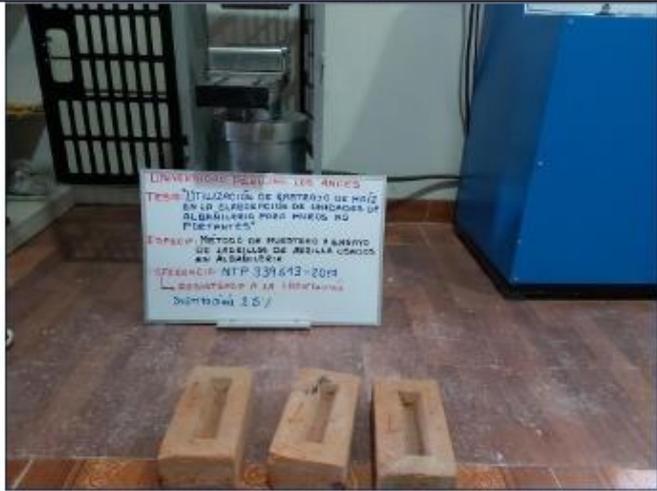


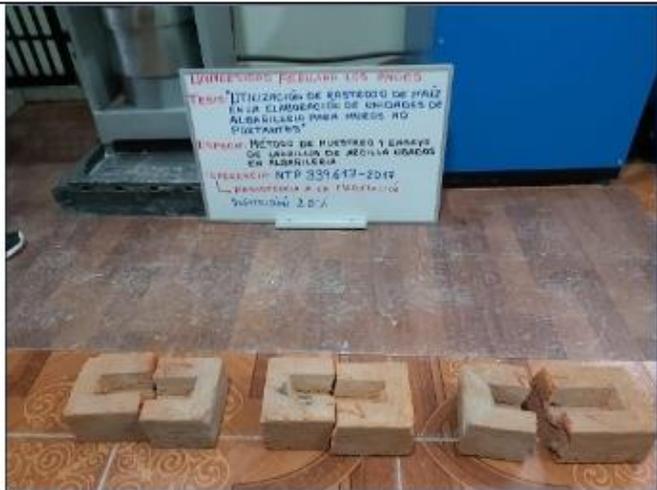
Colocamos la regla horizontalmente al ladrillo y con otra regla graduada registramos la abertura que se observa con aproximación a 1mm.

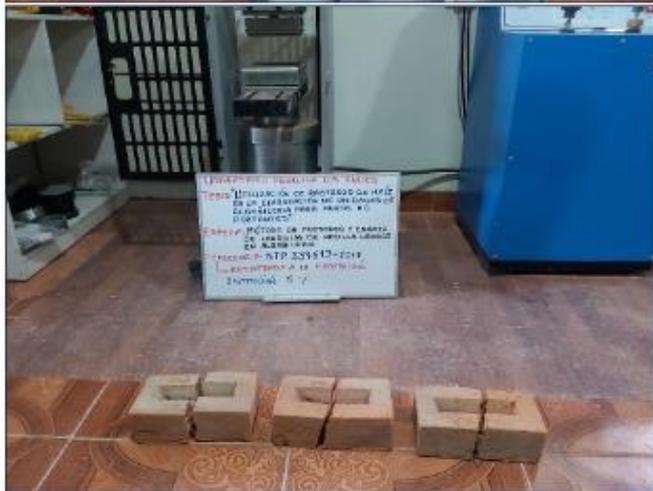
		
<p>NTP 399.613</p> <p>UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.</p> <p>Medición del Tamaño (Espesor y Área)</p>		<p>Medimos con el calibrador el largo, ancho y espesor de cada ladrillo con aproximación a 1mm.</p>

		
<p>NTP 399.613</p> <p>UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.</p> <p>Módulo de Rotura (Ensayo Flexo tracción)</p> <p>Muestra: Patrón</p>		<p>Colocamos el ladrillo con los accesorios en la máquina y registramos la carga con la cual se produce la rotura en el punto medio del ladrillo.</p>



		
<p>NTP 399.613</p> <p>UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.</p> <p>Módulo de Rotura (Ensayo Flexo tracción)</p> <p>Muestra: 2.5%</p>	 	

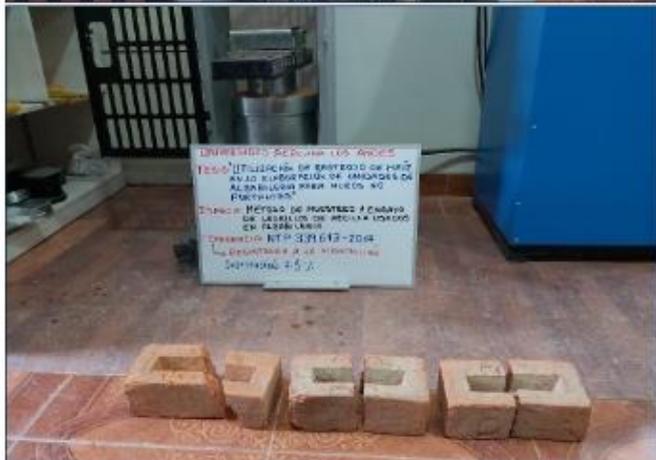
	 	<p>Medimos el x promedio que es la longitud del punto medio del ladrillo hacia el plano de falla más largo.</p>
<p>NTP 399.613</p> <p>UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.</p> <p>Módulo de Rotura (Ensayo Flexo tracción) Muestra: 5%</p>		

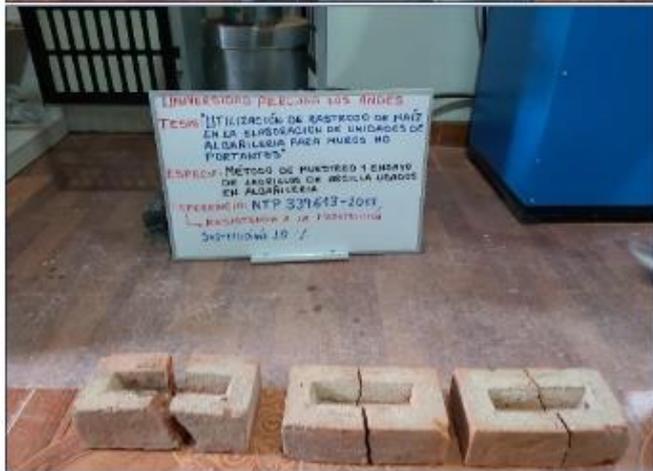


NTP 399.613
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Módulo de Rotura
 (Ensayo Flexo tracción)
 Muestra: 7.5%



	 
<p>NTP 399.613</p> <p>UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.</p> <p>Módulo de Rotura (Ensayo Flexo tracción)</p> <p>Muestra: 10%</p>	



NTP 399.613
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Resistencia a la Compresión
 Retreadado de Ladrillos con Yeso



Colocamos una capa de yeso en ambas caras del ladrillo para rellenar los vacíos existentes.
 Nivelamos horizontalmente con el nivel de mano.





Dejamos fraguar el yeso durante 48 horas antes de someter a compresión.

NTP 399.613

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Resistencia a la Compresión
Muestra: Patrón



Colocamos plancha de acero de 6mm de espesor en ambas caras para que la fuerza se distribuya en toda el área del ladrillo.

NTP 399.613

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Resistencia a la Compresión
Muestra: 2.5%



Momento en que ocurre la rotura. Se observa el plano de falla en dirección de la fuerza aplicada por la máquina.



NTP 399.613

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Resistencia a la Compresión
Muestra: 5%



NTP 399.613

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Resistencia a la Compresión
Muestra: 7.5%



NTP 399.613

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Resistencia a la Compresión
Muestra: 10%



