



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU
PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU
PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1494-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 11305 presentado por el (la) Bachiller: **RONALD IVAN HAÑARI COLCA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **RONALD IVAN HAÑARI COLCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

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

ARTICULO TERCERO. – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **RONALD IVAN HAÑARI COLCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 20 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

[Firma]

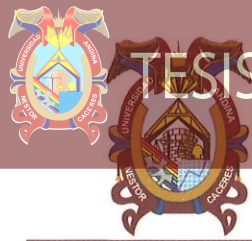
DR. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
C.I.P. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

[Firma]

Director
Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 905-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 963 por el señor (a): **RONALD IVAN HAÑARI COLCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 660 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 081- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONALD IVAN HAÑARI COLCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 081- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RONALD IVAN HAÑARI COLCA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

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

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

Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 433-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 1535, presentado por el señor (a) **RONALD IVAN HAÑARI COLCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 169 -2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 027-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONALD IVAN HAÑARI COLCA** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Cesar Guillermo Camargo Najar** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 027-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **RONALD IVAN HAÑARI COLCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURASDr. Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2025
Interesado (a)



14% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 5% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

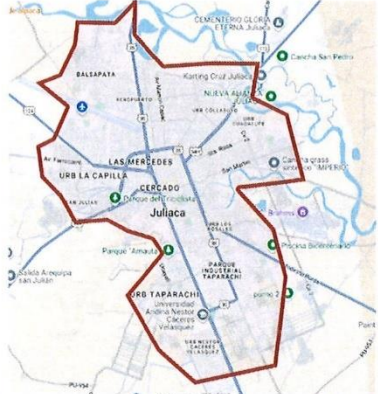
Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

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



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RONALD IVAN HAÑARI COLCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72202748
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-6984-4811
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673

Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.500566 Longitud: -70.134663 URL Maps:</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRROoFjk&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL "DESDE CÉSAR VESGUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS - CAYASHA-PORAS

Dr. César G. Camargo Najjar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RONALD IVAN HAÑARI COLCA, identificado con DNI
Nro. 72202748, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO
ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE
SAN ROMÁN

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 15 de ENERO del 2026



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi sostén incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, por creer en mí cuando yo dudaba y por acompañarme con paciencia y amor. Cada logro que alcanzo lleva consigo su sacrificio silencioso. Esta tesis es fruto de sus enseñanzas, su ejemplo y su fe constante.



AGRADECIMIENTO

Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis hermanos, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme, y a mis abuelos, quienes supieron estar cuando más los necesitaba



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	15
1.2. Planteamiento del problema.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo General.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.5. Hipótesis.....	19
1.5.1. Hipótesis General.....	19
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	19
1.6. Variables e indicadores.....	19



1.7. Operacionalización de variables21

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación22
2.2. Base teórica27
2.2.1. Pasos Para El Desarrollo De Ladrillos Estabilizados Conformados Por
Cemento Y Suelo27
2.2.2. Adobes Comprimidos Suelo – Cemento Una Alternativa Ecológica33
2.2.3. Desarrollo O Metodología.....35
2.2.4. Preparación de la mezcla.....38
2.2.5. Moldeado de los bloques comprimidos.....38
2.2.6. Procedimiento del curado y apilamiento de bloques.....40
2.3. Marco conceptual41

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Aspectos metodológicos de la investigación.....43
3.2. Técnicas e instrumentos de la investigación43
3.2.1. Descripción del Medio Experimental.....44
3.2.2. Delimitación de la Zona de Estudio44
3.3. Plan de tratamiento de datos44
3.4. Población y muestra45
3.4.1. Población.....45
3.4.2. Muestra.....45



3.5. Procedimiento para la producción de ladrillos artesanales	45
3.5.1. Extracción De Arcilla	45
3.5.2. Ubicación de la cantera de arcilla	46
3.5.3. Mezcla	46
3.5.4. Proceso de moldeado	48
3.5.5. Proceso de secado	49
3.5.6. Desarrollo de la carga del horno	49
3.5.7. Proceso de cocción.....	50
3.5.8. Descarga del horno	52
3.5.9. Clasificación y despacho.....	52
3.5.10. Proceso de comercialización	53
3.5.11. Entorno cultural y socio económico.....	54
3.6. Descripción de la producción del ladrillo estabilizado	54
3.6.1. Mezcla	54
3.6.2. Moldeo O Labranza	55
3.6.3. Secado.....	56
3.6.4. Desarrollo Del Ladrillo usando La Máquina CINVA – RAM	57
3.6.5. Producción de los ladrillos	57
3.6.6. Proceso del curado de los ladrillos.....	61
3.6.7. Modelo, elección de insumos y procedimiento del estabilizado ladrillo	61
3.6.8. Aspectos de la granulométrica evaluación de suelos para el desarrollo de estabilizado ladrillo.....	62
3.6.9. Límites de consistencia de suelos para la producción de ladrillos estabilizados....	63



- 3.7. Características de las unidades de albañilería normado por la E. 07063
 - 3.7.1. Disposición de la unidad de albañilería.....63
 - 3.7.2. Mortero.....65
- 3.8. Rasgos del modelo del desarrollo de estabilizados bricks67
- 3.9. Pruebas de laboratorio llevados a cabo para fundamentar la calidad del ladrillo estabilizado.....67
- 3.10. Determinación de la densidad de ladrillos estabilizados.....67

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- 4.1. Producción del ladrillo artesanal69
 - 4.1.1. Dosificación Y Calidad De Insumos69
 - 4.1.2. Granulometría de los insumos para el desarrollo del ladrillo artesanal69
 - 4.1.3. Elaboración de unidades de ladrillo70
 - 4.1.4. Cocción de las unidades de albañilería70
- 4.2. Producción de ladrillo estabilizado70
 - 4.2.1. Dosis normada para la granulometría del ladrillo estabilizado70
 - 4.2.2. Cantidad de agua para la elaboración del ladrillo estabilizado71
 - 4.2.3. Pruebas De Límites De Consistencia ASTM D 2216 En Las Dosificaciones Indicadas para el desarrollo De Ladrillos Estabilizados72
 - 4.2.4. Pruebas para la clasificación de suelos, de las dosificaciones propuestas para la elaboración de ladrillos estabilizados.....73
 - 4.2.5. Cálculo de alabeo en ladrillos estabilizados desarrollados según la ntp 331 - 018.....74
 - 4.2.6. Análisis de resistencia a la compresión de ladrillos artesanales cocidos77



4.2.7. Análisis de resistencia a la compresión de ladrillos estabilizados	78
4.2.8. Análisis de resultados de la prueba de absorción en ladrillo artesanal	81
4.2.9. Análisis de las pruebas de absorción en ladrillos estabilizados	82
4.2.10. Análisis de resultados de pruebas de succión en ladrillo artesanal	85
4.2.11. Análisis de resultados de la prueba de succión en ladrillos estabilizados.....	86
4.3. Comparación de las características mecánicas del ladrillo artesanal y el ladrillo estabilizado.....	89
4.4. Discusión de resultados de las características mecánicas del ladrillo estabilizado.....	90
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS.....	98



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	21
Tabla 2 Tipos de ladrillos, con distintas combinaciones de mezclas.	47
Tabla 3 Resultados de la prueba de límites de consistencia para cantidades diferentes	63
Tabla 4 Porcentajes de granulometría de la arena gruesa.....	66
Tabla 5 Proporciones establecidas para la elaboración del ladrillo estabilizado.....	71
Tabla 6 Cantidad de agua recomendada para la elaboración del ladrillo estabilizado.	72
Tabla 7 Resultados de la prueba de límites de consistencia.	72
Tabla 8 Resultados de la clasificación de suelos.	73
Tabla 9 Resultado de la prueba de alabeo en ladrillos estabilizados - Propuesta "A"	74
Tabla 10 Resultados de la prueba de alabeo en ladrillos estabilizados - Propuesta "B"	75
Tabla 11 Resultados de la prueba de alabeo en ladrillos estabilizados - Propuesta "C"	76
Tabla 12 Resultados de la prueba de resistencia a la compresión de ladrillos artesanales...	77
Tabla 13 Resumen de la prueba de resistencia a la compresión del ladrillo estabilizado - Propuesta "A"	78
Tabla 14 Resultados de la prueba de resistencia a la compresión del ladrillo estabilizado - Propuesta "B"	79
Tabla 15 Resultados de la prueba de resistencia a la compresión del ladrillo estabilizado - Propuesta "C"	80
Tabla 16 Resumen de las pruebas de resistencia a compresión realizadas.....	81
Tabla 17 Resultados de la prueba de absorción del ladrillo artesanal.	81
Tabla 18 Resultado de la prueba de absorción de ladrillos estabilizados - Propuesta "A" ..	82



Tabla 19 Resultado de la prueba de absorción de ladrillos estabilizados - Propuesta "B" ..	83
Tabla 20 Resultado de la prueba de absorción de ladrillos estabilizados - Propuesta "C" ..	84
Tabla 21 Resultados de la prueba de succión en ladrillos artesanales.....	85
Tabla 22 Resultado del ensayo de succión de ladrillos estabilizados, Propuesta - A.....	86
Tabla 23 Resultado del ensayo de succión de ladrillos estabilizados, Propuesta - B.....	87
Tabla 24 Resultado del ensayo de succión de ladrillos estabilizados, Propuesta - C.....	88
Tabla 25 Comparación de las características mecánicas del ladrillo artesanal y el ladrillo estabilizado	89



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fotografía del ecoladrillo.	23
Figura 2 Esquema del equipo CINVA - RAM.	35
Figura 3 Proceso de decantación acelerada de la arcilla con la adición de sal.....	36
Figura 4 Molde de caja de madera.	37
Figura 5 Moldeado de comprimidos bloques y preparada mezcla.	39
Figura 6 Modelado de comprimidos bloques, comprimido bloque, listo para el paso de curado.	39
Figura 7 Proceso de construcción, apilamiento, secado y curado de bloques.....	40
Figura 8 Ubicación de la cantera de arcilla Ilo Ilo en el centro poblado de Yocará.	46
Figura 9 Elementos de un moldeado manual.	48
Figura 10 Proceso de cocción de los ladrillos artesanales.....	51
Figura 11 Horno para el proceso de cocción de ladrillos artesanales.....	52
Figura 12 Posición de la palanca – combinación llena máquina CINVA - RAM.....	58
Figura 13 Suprimiendo insumo excedente en el proceso.	58
Figura 14 Procedimiento para subir la traba de la máquina.	59
Figura 15 Proceso de compresión del ladrillo en la máquina.....	59
Figura 16 Posición inicial para el situando de la palanca.....	60
Figura 17 Desarrollo de la elevación del ladrillo en la máquina.....	60
Figura 18 Colocación de la masa en la máquina de moldeo.	61



RESUMEN

La tesis tiene como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento para determinar su viabilidad y optimizar su producción en la provincia de San Román. La investigación analiza cómo diferentes porcentajes de cemento pueden influir en la resistencia mecánica y las características físicas del ladrillo estabilizado. La investigación adopta un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y nivel explicativo, ya que se manipula la variable independiente que corresponde al porcentaje de cemento, con el fin de analizar su efecto en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo. Las técnicas e instrumentos empleados se orientan al análisis del suelo, la dosificación del cemento y las características físicas y mecánicas del ladrillo artesanal como del ladrillo estabilizado. La población está conformada por las ladrilleras artesanales de la provincia de San Román, mientras que la muestra es no probabilística por conveniencia. Esta incluye ladrillos artesanales y ladrillos estabilizados con 5 %, 10 % y 15 % de cemento. Los resultados de la investigación evidencian que el ladrillo artesanal presenta limitaciones importantes, especialmente en la resistencia mecánicas, absorción de agua y uniformidad de propiedades. A diferencia de los ladrillos estabilizados con cemento estos mostraron un comportamiento mecánico superior, directamente influenciado por el porcentaje de cemento incorporado en la mezcla. En la comparación de características mecánicas, se observó que las propuestas de ladrillo estabilizado alcanzaron resistencias a la compresión entre 43,41 y 87,99 kg/cm², superando en los casos de mayor dosificación de cemento los valores mínimos exigidos por la norma E.070. Particularmente, la propuesta con 10 % y 15 % de cemento demostró un desempeño notablemente superior al ladrillo artesanal, que registró una resistencia promedio de 48,95 kg/cm², valor cercano o inferior al límite normativo. En conclusión, la investigación demuestra que el ladrillo estabilizado con cemento constituye una alternativa técnicamente viable y superior al ladrillo artesanal tradicional en la provincia de San Román.

Palabras clave: Ladrillo, estabilización, producción, dosificación, arcilla.



ABSTRACT

The thesis aims to evaluate the mechanical properties of cement-stabilized bricks to determine their viability and optimize their production in the province of San Román. The research analyzes how different percentages of cement can influence the mechanical strength and physical characteristics of stabilized bricks. The research adopts a quantitative, applied, and explanatory approach, as the independent variable corresponding to the percentage of cement is manipulated in order to analyze its effect on the physical and mechanical properties of the brick. The techniques and instruments used are geared toward soil analysis, cement dosage, and the physical and mechanical characteristics of both handmade and stabilized bricks. The population consists of artisanal brick kilns in the province of San Román, while the sample is non-probabilistic for convenience. This includes handmade bricks and bricks stabilized with 5%, 10%, and 15% cement. The results of the research show that handmade bricks have significant limitations, especially in terms of mechanical strength, water absorption, and uniformity of properties. Unlike cement-stabilized bricks, these bricks showed superior mechanical performance, directly influenced by the percentage of cement incorporated into the mixture. In the comparison of mechanical characteristics, it was observed that the stabilized brick proposals achieved compressive strengths between 43.41 and 87.99 kg/cm², exceeding the minimum values required by standard E.070 in cases of higher cement dosage. In particular, the proposal with 10% and 15% cement showed significantly superior performance to handmade bricks, which recorded an average strength of 48.95 kg/cm², a value close to or below the regulatory limit. In conclusion, the research shows that cement-stabilized bricks are a technically viable and superior alternative to traditional handmade bricks in the province of San Román.

Keywords: Brick, stabilization, production, dosing, clay.



INTRODUCCIÓN

La construcción de viviendas ha sido una fuente constante de preocupación desde los inicios históricos de la evolución de la supervivencia de la humanidad. Las personas, en particular quienes trabajan en el campo de la ingeniería, se han preocupado desde hace tiempo por la elaboración de insumos de ejecución rentables, duraderos, adecuados y respetuosos con el ambiente. En el mundo actual, el insumo que se crea y emplea con mayor constancia es el ladrillo cocido, dadas las circunstancias. Actualmente, el paso de desarrollo de la producción de ladrillos conlleva a lograr un incremento en la contaminación al medio ambiente, que se produce durante la fase de combustión. Esta es la etapa en la que la combinación de arcilla y arena aumenta la resistencia del ladrillo, mejorando así una de sus propiedades mecánicas muy importantes, para su aplicación en la construcción bajo el sistema de albañilería confinada, esperando de esta manera reducir los daños en edificaciones construidas con estos elementos.

Considerando estos factores, es razonable afirmar que el adobe, un material utilizado en la construcción con miles de años de existencia, no causa daños significativos al ambiente en su paso de desarrollo. Sin embargo, varios profesionales han logrado sustituirlo por un material diferente, como el ladrillo vaporizado, debido a sus mayores dimensiones. El hecho de que haya familias en la región que fabrican ladrillos ha propiciado la proliferación de este material. Esto es una gran preocupación debido a la contaminación atmosférica que ha causado, lo que ha generado problemas de salud para quienes viven cerca de las instalaciones de producción.

Este producto, conocido como ladrillo estabilizado o también como "ecoladrillo", se fabrica y utiliza ampliamente en países industrializados, donde se produce a escala industrial y se vende a un precio razonable. Sin embargo, esta alternativa al ladrillo aún es relativamente desconocida en Perú, especialmente en la provincia de San Román. Si el gobierno no



incentiva a la población a elegir esta alternativa, se podría reducir la contaminación atmosférica modificando los hábitos para sustituirla.

El fin de este proyecto de investigación es compartir información sobre sus características físicas y mecánicas, que abarcan densidad, resistencia, absorción y otras características comparables o incluso superiores a las del ladrillo cocido. Este proyecto de investigación también busca destacar los beneficios de su aplicación, como la eliminación del requerimiento de un recurso humano calificado, que podría elevar los costos.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

Se ha monitoreado la contaminación de manera global durante años, y las naciones industrializadas han desarrollado nuevos procesos de fabricación de materiales y productos básicos. Eliminar la contaminación puede reducir el calentamiento global, un problema importante que requiere protección ambiental para optimizar las condiciones de vida y asegurar el futuro. Ante esta importante cuestión y nuestro acuerdo, decidimos mitigar el cambio climático global para ayudar a nuestro planeta y a la ecología. Sugerimos el ladrillo estabilizado con cemento como sustituto de los ladrillos cocidos, a base de adobe. Esto se fabrica utilizando una combinación única de tierra arcillosa, cemento, arena fina y agua. El medio ambiente se beneficia de esta mezcla de ladrillo estabilizado, ya que elimina el paso de cocción en el desarrollo de ladrillos. La provincia de San Román aún no ha adoptado este singular proceso de desarrollo de ladrillos. Existen varios métodos para utilizar los recursos, entre ellos:

- Cemento.
- La fabricación sin cocción
- Cal.
- El empleo de cenizas de cascarilla de arroz.



Cuatro fases experimentales definieron el producto tras añadir un nuevo componente a la demostración. La combinación sugerida de cada fase se evaluó en cuanto a $F'c$, absorción, deformación y variación dimensional. El procedimiento de curado también redujo el peso.

Además de su atractivo estético, el ladrillo estabilizado cumple con los estándares ambientales y de sostenibilidad, ya que es incombustible y consume poca energía en su fabricación. Las investigaciones innovadoras para sostenibles alternativas deben involucrar a todos las ramas de la sociedad desde perspectivas únicas.

La arcilla cocida es esencial para la arquitectura histórica. Los riesgos ambientales obligan a los productores tradicionales de arcilla cocida a buscar alternativas. Este proyecto de investigación se inició en respuesta a los esfuerzos actuales por producir materiales de construcción sostenibles que optimicen el perfil ambiental de la ejecución, debido a una combinación de causas negativas y la necesidad de productos ecológicos. Las preocupaciones energéticas y ambientales impulsan el desarrollo de productos de ladrillo estabilizado. Esta investigación promueve la fabricación de ladrillos estabilizados sin combustión utilizando recursos sostenibles.

También utilizan tierra arcillosa local, cemento, arena fina y agua. Así, se suprime el daño ambiental. Los ladrillos estabilizados reducen las emisiones de CO₂ al disminuir el proceso de cocción durante su fabricación.

Esta campaña sensibiliza sobre los métodos de ingeniería sostenible. La construcción ecológica es un campo amplio y requiere un esfuerzo constante para alcanzar nuevos hitos. La eficiencia energética y de costes de esta tecnología la hace ambiciosa. Esta propuesta de ingeniería propone un ladrillo estable que no se quema, creando un material de construcción que puede satisfacer las demandas sociales actuales y futuras.

Un nuevo componente de construcción con un sistema hidráulico sencillo y bajos niveles de compactación puede fabricarse utilizando encofradoras manuales.



1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo será el efecto en las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con diferentes proporciones de cemento para su producción en la provincia de San Román?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo será la influencia en las propiedades físicas de los ladrillos elaborados con la adición de cemento?
2. ¿Cómo son las propiedades mecánicas que presentan los ladrillos elaborados con la adición de cemento?
3. ¿Cuál es la diferencia entre la propiedad mecánica de los ladrillos elaborados con la adición cemento y los ladrillos artesanales?

1.3. Justificación

Justificación Técnica

La producción nacional de ladrillos es común. La mayoría de los ladrilleros de la provincia de San Román utilizan métodos artesanales informales y de baja calidad. La cocción en hornos fijos de fuego directo, llama abierta y llama ascendente, presenta deficiencias mecánicas.

La mala gestión de la proporción arena-arcilla se debe a la baja calidad y cantidad del material. El ladrillo estabilizado recomendado cumple con la E.070 en cuanto a densidad, F'c, capacidad de absorción y otras propiedades mecánicas.

Justificación Económica

Algunos cementos pueden estabilizar suelos arcillosos y arenosos para bajar la contaminación atmosférica provocada por la quema de ladrillos. El ladrillo estabilizado es rentable en algunas regiones, esto puede ser especialmente en la provincia de San Román, donde es poco reconocido a pesar de sus ventajas ambientales. Los cambios de



comportamiento hacia la reamplificación pueden reducir la contaminación atmosférica sin intervención gubernamental.

Justificación Ambiental

Para producir ladrillos artesanales en su etapa de cocción solo se utilizan, plásticos y aceite de motor. La quema de estos materiales libera dioxinas, SO_x, NO_x, COV y HAP cancerígenos. Esta sustancia química también puede llegar a irritar la piel y las mucosas membranas, y afectar los sistemas respiratorio y neurológico. Al utilizar ladrillos compactados, estabilizados y tratados con cemento en lugar de unidades de carbón, se reducirá la contaminación atmosférica.

Justificación Social

Los ladrillos artesanales son elaborados por familias. Vivir y trabajar cerca las hace más vulnerables a los contaminantes ambientales.

Los trabajadores en la producción de ladrillos se enferman a causa de estos contaminantes. Para limitar el consumo y la proliferación de contaminantes, utilizar elementos ecológico hecho de ladrillos estabilizados con cemento en lugar de madera para su quema. Estos ladrillos contribuyen significativamente a la sociedad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento, con el fin de determinar su viabilidad y optimizar su producción en la provincia de San Román.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Determinar la influencia de diferentes porcentajes de cemento en la mezcla sobre las características físicas del ladrillo estabilizado.
2. Determinar la influencia de diferentes porcentajes de cemento en la mezcla sobre la resistencia mecánica del ladrillo estabilizado.



3. Comparar los resultados obtenidos con el ladrillo artesanal y la norma técnica vigentes para establecer si el ladrillo estabilizado cumple los estándares requeridos para su producción.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento para su producción en la provincia de San Román mejoran relativamente en función al porcentaje de cemento adicionado.

1.5.2. Hipótesis Específicas

1. La adición de cemento en la mezcla de fabricación incrementará significativamente las propiedades físicas de los ladrillos, mejorando su densidad, disminuyendo su absorción de agua y aumentando su resistencia frente a esfuerzos mecánicos.
2. El aumento del porcentaje de cemento en la mezcla producirá una mejora significativa en la resistencia mecánica del ladrillo estabilizado, presentando mayores valores de resistencia a la compresión a medida que se incrementa la cantidad de cemento.
3. Los ladrillos estabilizados con cemento presentarán propiedades mecánicas superiores a las del ladrillo artesanal y cumplirán con los requisitos establecidos por las normas técnicas vigentes.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE

Porcentaje de cemento en la mezcla del ladrillo estabilizado.

a. Indicadores

- Contenido de cemento (% en peso de la mezcla)
- Tipo de propuesta de mezcla:



- Propuesta A: 5 % de cemento
- Propuesta B: 10 % de cemento
- Propuesta C: 15 % de cemento

VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades Físicas y Mecánicas del ladrillo estabilizado.

a. Indicadores

- Variación Dimensional.
- Densidad.
- Resistencia a la compresión.
- Alabeo.
- Absorción.
- Succión.

VARIABLE INTERVINIENTE

Condiciones de fabricación del ladrillo.

a. Indicadores

- Tipo de suelo
- Granulometría
- Plasticidad (LL, LP, IP)
- Humedad relativa (%)
- Tipo de norma (NTP, ASTM)
- Ubicación del suelo



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA / INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE Porcentaje de cemento en la mezcla del ladrillo estabilizado.	- Dosificación del cemento en la mezcla	- Contenido de cemento (% en peso de la mezcla) - Tipo de propuesta de mezcla: • Propuesta A: 5 % de cemento • Propuesta B: 10 % de cemento • Propuesta C: 15 % de cemento	- Escala porcentual (%) Balanza, dosificación - Escala cuantitativa – razón
VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades Físicas y Mecánicas del ladrillo estabilizado.	- Propiedades Físicas y Mecánicas	- Variación dimensional. - Densidad. - Resistencia a la compresión. - Alabeo. - Absorción. - Succión	- Escala de razón Vernier / regla - Escala de razón Prensa hidráulica - Escala nominal y de razón Ensayos de laboratorio
VARIABLE INTERVINIENTE Condiciones de fabricación del ladrillo.	- Proceso de elaboración del ladrillo	- Tipo de suelo - Granulometría - Plasticidad (LL, LP, IP) - Humedad relativa (%) - Tipo de norma (NTP, ASTM) - Ubicación del suelo	- Escala nominal y de razón Ensayos de laboratorio - Escala nominal Revisión documental - Escala nominal Registro de campo



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

1. Torres, J., & Salazar, D. (2020). Estabilización de suelos para la fabricación de ladrillos ecológicos. *Revista Colombiana de Materiales*, 18(1), 22–34.

Los autores analizaron ladrillos ecológicos elaborados con suelo arcilloso y cemento en proporciones entre 5 % y 10 %. Los resultados mostraron incrementos en la durabilidad y una notoria reducción en la absorción de agua, especialmente en climas húmedos. El estudio también determinó que la resistencia a la compresión se incrementa hasta un 50 % respecto a ladrillos artesanales.

2. Quispe, L. (2016). Evaluación de ladrillos de suelo-cemento en zonas altoandinas. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

La investigación examinó ladrillos estabilizados con cemento fabricados en zonas altoandinas del Cusco. Concluyó que la mezcla con 6 % y 10 % de cemento cumple con los requisitos mínimos de la Norma Técnica Peruana NTP 331.017 en cuanto a resistencia y absorción. El estudio destacó que la disponibilidad de suelos locales y el costo menor respecto al ladrillo cocido hacen viable su producción en zonas rurales.

3. Choque, M. (2021). Caracterización del ladrillo artesanal en la provincia de San Román. Universidad Nacional del Altiplano.

El estudio evaluó ladrillos artesanales fabricados en Juliaca, encontrando deficiencias significativas en resistencia a la compresión, uniformidad dimensional y niveles elevados de absorción de agua. Estas limitaciones se atribuyeron a la ausencia de control en la selección del suelo, la mezcla y el proceso de moldeo. La investigación sugiere implementar métodos alternativos como la estabilización con cemento para mejorar la calidad del ladrillo local.

4. Ladrillo Ecológico Como Material Sostenible Para La Construcción. Universidad Pública de Navarra - Departamento de Ingeniería Rural – 2011. María Cabo Laguna.

Un material de construcción revolucionario basado en adobe, el ecoladrillo reemplaza al ladrillo cocido. Esto requiere el uso de un material marginal que nunca se emplea en el desarrollo de ladrillos. La hidráulica cal y el cemento son ingredientes comerciales en las mezclas de referencia. La cascarilla de arroz y la ceniza refuerzan la estructura. Dado que millones de toneladas de cenizas de residuos de la molienda de arroz se acumulan en vertederos de todo el mundo, estas dos últimas adiciones residuales reducen el impacto ambiental.

Figura 1

Fotografía del ecoladrillo.



Nota. M. Cabo Laguna (2011).



Se llevaron a cabo cuatro etapas experimentales para definir el producto tras añadir un elemento único a la demostración. Se realizaron pruebas simples de compresión, absorción y resistencia a las heladas en cada combinación sugerida. También se reportó la pérdida de peso durante el curado y la pérdida de resistencia por inmersión y ciclos térmicos. Todas las combinaciones se probaron a 1, 5 y 10 MPa de compresión mínima. Sin embargo, sus diseños abiertos hacen que no sea recomendable construir estos ladrillos a más de 1 MPa. En la última etapa, se rechazaron las combinaciones a 5 MPa, ya que no se encontraron mejoras, a diferencia de las de 10 MPa.

Excelentes resultados. La resistencia se puede mantener añadiendo hidróxido de calcio natural. La estándar mezcla a base de hormigón y la formulación con cal y otros agregados son similares. La ceniza de cascarilla de arroz, un componente crucial, multiplica por bastante la potencia de la prueba con ceniza en comparación con la gestión, que aumenta la puzolánica reacción. La cascarilla de arroz baja la densidad de las mezclas comerciales solo con aditivo en aproximadamente un 10 %.

El taladro ecológico es atractivo y cumple con los estándares ambientales y de sostenibilidad al consumir menos energía y evitar la combustión, lo que baja las emisiones de CO₂.

- Cada combinación probada presenta un contenido de humedad adecuado y relaciones de compactación máximas. Al disminuir la compactación del ladrillo y aumentar los aditivos, la demanda de líquido aumenta y la densidad límite de consolidación baja para satisfacer las necesidades húmedas del cultivo.
- Las combinaciones generadas a 5 y 10 MPa presentan una menor fluctuación de densidad que las de 5 y 1 MPa. Las oscilaciones entre 10 y 5 MPa y 5 y 1 MPa para el suelo son del 7.5 % y el 3%, respectivamente.
- Las puzolánicas reacciones se desarrollan óptimamente cuando la concentración



de agua coincide con la del agente humectante de la mezcla. Esta cantidad afecta considerablemente las propiedades mecánicas del componente.

- El excelente sellado de las sondas garantiza que la pérdida de peso durante el curado se deba tanto a la cementación adicional como a la desecación. La contaminación rápida reduce el aguante y la durabilidad de las sondas.
- El aguante sube con el tiempo de curado del componente. Las diferencias entre los dos aditivos aumentan al disminuir la compactación. Después de 56 días de curado, la resistencia aumenta significativamente. El período de curado es crítico. Tras 56 días de curado, las mezclas con un 8 % de ceniza a 10 MPa son ideales, ya que aumentan la resistencia en un 70 % a esa presión y en un cien% a cinco MPa. Mezclas sin cenizas. Si bien un 4 % de ceniza es insuficiente para obtener resultados ideales, aumenta ambos niveles de presión en un 60 %.
- Ninguna combinación supera la prueba de absorción en un día. Las piezas comprimidas más densas resisten mejor la inmersión en agua. A medida que las personas envejecen y aumenta la cantidad de aditivos cementicios, la absorción de agua disminuye. Las mezclas de cal hidráulica natural superan las pruebas de absorción porque resisten las combinaciones de cal y cemento y absorben menos que las alternativas a base de cemento.
- La prueba de absorción mostró que un 8% de ceniza reduce la capacidad de absorción y aumenta la refractariedad, lo que permite una menor penetración de agua. El ensayo de absorción no mostró ninguna optimización con relación a mezclas equivalentes sin cenizas, por lo que las mezclas de 5 MPa no son recomendables. La mezcla de ladrillo terminada absorbe menos agua que las formulaciones comerciales solo con aditivos y no discrimina entre cemento y cal.
- La principal conclusión de este experimento es la necesidad de comprender el diseño del producto en su uso previsto. La parte final de este experimento muestra



que la arcilla, la natural cal hidráulica y la ceniza de cascarilla de arroz producen ladrillos con excelentes propiedades mecánicas. Debido a su baja densidad y buen aislamiento, el ecoladrillo es mejor para la división interior que por su resistencia.

5. Producción De Ladrillos De Suelo-Cemento. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Arquitectura - 2001. Mariana Gatani.

Para los profesionales y trabajadores capacitados que construyen viviendas sin pavimentar, la fabricación de suelo-cemento es confiable. El grupo social influenciado por empresas y fabricantes puede haber ignorado sus aspectos sociales, económicos y ambientales al diseñar viviendas oficiales. Debemos replantearnos nuestra técnica de proceso actual y analizar por qué la construcción con tierra, uno de los tipos de construcción más antiguos de la cultura indígena, ha recibido tan poca atención y difusión. Algunos argumentan que nunca es tarde para promover los modos de ejecución de tradicionales viviendas, donde el conocimiento y la experiencia adquiridos a través del estudio, la elaboración y la innovación interactivos en medio de la actual crisis social, económica e institucional de este país en constante evolución, donde casi todo ha cambiado, a pesar de nuestra voluntad de actuar. Un estudio de caso sobre la fabricación de cubos de suelo-cemento utiliza mampostería convencional y prefabricación para materiales compuestos.

Este estudio muestra el potencial técnico del cubo de suelo-cemento y sus componentes. También evalúa un enfoque de fabricación óptimo con equipos accesibles y procedimientos sencillos, lo que justifica la investigación y el desarrollo continuos para ahorrar recursos naturales e incorporar métodos de trabajo intensivo en sus procesos de producción.

- 1. Un muro de ladrillo de suelo-cemento es casi idéntico a un muro de ladrillo real.**



2. Las dimensiones, los montantes, los vértices del muro y las juntas de carpintería son consistentes.
3. Su naturaleza monolítica distingue al cemento de piedra del mortero de piedra. Se observa cierta dependencia de las características de la composición del suelo con un mayor contenido de arcilla, a medida que cambia el comportamiento de la retracción.
4. Nuestro conocimiento indica que un toldo de cubo de grava-cemento debe cumplir estos criterios: debe ser lo suficientemente práctico y flexible como para permitir que el colchón se pueda quitar y poner fácilmente, y transportarlo o reclinarlo.
5. Los paneles BENOI se reemplazaron por paneles de cemento-arena en lugar de tejas o bóvedas de tierra carbonizada.
6. Estas losas tienen la misma F^c y al impacto que las losas de tierra.
7. Las construcciones de cimentación de suelo-cemento combinan mampostería y prefabricación. Esto muestra cómo puede funcionar la prefabricación en nuestros países, donde la I+D+i para tecnologías de construcción sostenible ya no es posible.

2.2. Base teórica

2.2.1. *Pasos Para El Desarrollo De Ladrillos Estabilizados Conformados Por Cemento Y Suelo*

Mezcla de hormigón mezclado correctamente, consolidado y seco con un poco de tierra. Este insumo puede utilizarse para elaborar contrafuertes, cimientos, monolíticos muros, ladrillos y bloques en escuelas, hospitales, estructuras residenciales y comunidades. A pesar de la baja inversión en equipo, los resultados fueron efectivos y de alta calidad. La



supresión del recurso humano especializado facilita la formación de comunidades. La eficiencia de los recursos es crucial al calcular los gastos. Una máquina CINVA-RAM produce 70 ladrillos por hora, mientras que un saco de cemento produce 150. Debido a las limitaciones de las instalaciones, la fabricación a pequeña escala no superará los 40 m² para la adquisición, fabricación y curado de insumos. Cada máquina debe ser operada por dos personas.

1. Criterios Generales

El objetivo primario de los técnicos es en todo momento maximizar el empleo de los recursos locales para una construcción rentable. Cuando se llena de agua y consolida de manera correcta, el cemento Portland y la tierra forman el "suelo-cemento".

El suelo-cemento contiene todas las cualidades necesarias para aplicaciones de bajo costo. Otros trabajadores pueden trabajar con este material; solo un albañil debe supervisarlos. La combinación de suelo-cemento elimina eficazmente el transporte de materiales, ya que solo afecta al cemento. Verifique que la mezcla contenga un noventa% de tierra local y un diez% de cemento Portland.

La ejecución de casas, pistas de aeropuerto, reparación de canales y ejecuciones rurales como pilotes elevados y enterrados y refugios han empleado este material con éxito. El desarrollo de ladrillos para la ejecución de residenciales muros, tanto móviles como inamovibles, comenzó hace muchos años y su alcance ha aumentado.

La composición del suelo-cemento, una combinación de tierra natural triturada y cemento Portland, se basa en los aspectos del suelo, por lo que es importante inspeccionarlo. La mezcla de cemento funciona mejor en suelos arenosos, no arcillosos. La investigación determinó que los siguientes componentes del ladrillo son los más adecuados:



2. Impermeabilidad

No es necesario enlucir para impermeabilizar las paredes de ladrillo, ya que resisten la humedad. Estas propiedades se pueden lograr con una carpintería adecuada y pintura o lechada de cemento Portland.

3. Aislación Térmica

Se ha demostrado que una pared de cemento-tierra de 20 cm de altura proporciona semejante aislación térmica que la de una pared de ladrillo cerámico de 30 cm de altura. Debido a su baja conductividad térmica, el suelo-cemento evita el junte de humedad en las paredes.

4. Preparación De La Mezcla

a. Pulverización Del Suelo

La excavación debe continuar hasta alcanzar un granulómetro con malla de 5 mm que pase el filtro. Debido al alto contenido de arcilla en este piso, el centro comercial debe retirar cualquier producto no pulverizable.

b. Mezclado Del Cemento Con El Suelo En Seco

Esto puede hacerse manualmente hasta que el cemento Portland se distribuya de forma uniforme en el piso. Ensamble los componentes sobre una superficie limpia y resistente. Una vez alcanzado un tono uniforme, la mezcla está completa. Integrar la humedad de la superficie es crucial.

c. Suma Del Agua Y Manejo De Humedad

Después de la amalgamación, la tierra y el cemento Portland deben mezclarse con agua para lograr el húmedo contenido correcto y subir la densidad de



compactación. Remover vigorosamente la combinación es la mejor manera de mantener su contenido de humedad, pero evitar el contacto directo y el escape de agua es crucial para su cohesión.

Esto último dificulta la compactación y promueve fracturas cuando la cubeta se encoge a causa de la evaporación de la humedad en la combinación. Un déficit de agua bajo suele ser mejor que uno alto. El primero permite una compresión más robusta para una compactación máxima.

Después de agregar agua, mezcle la tierra y el cemento Portland hasta obtener un color uniforme. Para evitar el acceso y la acumulación de lodo, se utilizan aspersores como los que se usan en horticultura o en la aplicación de estiércol. Una vez lista la mezcla, se debe comenzar la producción de ladrillos de inmediato. Solo se debe preparar la cantidad de mezcla necesaria para dos horas.

d. Fabricación Del Ladrillo Usando La Máquina CINVA – RAM

En un molde metálico, un pistón accionado por palanca comprime la tierra y el cemento Portland. Gracias a su relación de compresión, la broca está lista para la construcción de viviendas tras el curado y el laminado. Los ladrillos deben curarse durante 7 días antes de almacenarse en un lugar resguardado y sin corrientes de aire durante 20 días.

Con un peso ligero de 65 kg, la máquina es fácil de transportar. Dado que los componentes de la máquina son fáciles de desmontar y volver a montar, cualquier taller mecánico puede repararlos.

Los planos que siguen a esta ficha técnica enumeran todos los componentes de la máquina y sus posiciones. Para mayor estabilidad, la máquina está situada sobre una mesa de 0,05 m de espesor, 0,30 m de ancho y 3 m de largo.



e. Curado De Los Ladrillos

Los ladrillos tienen que estar ubicados en un lugar adecuado y regarse mínimamente una semana. Antes de transportarlos al almacén, deben situarse en una zona sombreada y exponerse al aire y la luz solar durante 20 días. Los ladrillos pierden rápidamente humedad si no son secados, lo que reduce su durabilidad.

f. Rendimiento De La Máquina

El trabajo conjunto de una o dos cerveceras afectará la producción.

Caso 1 – Empleando un solo obrero

Un operario de premezclado comprende el trabajo. Todas las operaciones de maceración las realiza el operador:

- a) Llenado del molde.
- b) Compactación.
- c) Desmoldeo.
- d) Acceso a la sala de tratamiento.

En estas condiciones, una laboral jornada de 8 horas podría producir 400 bricks de 7 x 15 x 30 cm.

Caso 2 – Usando dos obreros

Contratando a dos personas para realizar lo siguiente:

- | | |
|--------------------------|------------------|
| a) Carga del molde | lo hace el ob. A |
| b) Compactación | lo hace el ob. B |
| c) Desmolde | lo hace el ob. A |
| d) Transporte a la playa | lo hace el ob. B |



Un turno de 8 horas genera 750 ladrillos. Para tener en cuenta el tiempo requerido para preparar la mezcla, construir los cubos y llevar a cabo las acciones que vienen después, se señalan seguidamente los aspectos de la actividad:

- a) Tierra pulverizada.
- b) Elaboración de la mezcla.
- c) Desarrollo de ladrillos.
- d) Transporte a la cámara de secado.
- e) Curación y almacenamiento de la capacidad del patio de labranza.

Si tres trabajadores realizan estas tareas, la productividad puede alcanzar los 600 ladrillos por jornada de ocho horas.

g. Construcción De La Pared

Se debe utilizar la misma combinación para la fabricación de ladrillos y la mezcla de cal hidráulica de dos partes. La siguiente dosificación es sencilla: Se debe plastificar una combinación de ambas partes de cal, una de cemento Portland y 8 de tierra para usarla como ladrillo.

h. Pintura

Es posible emplear cualquier pintura, no obstante, las pinturas a base de cemento ofrecen un mejor rendimiento y son más económicas. Esta pintura se elabora con o sin arena, según la lisura. Esta pintura para paredes protege de la intemperie y embellece el parapeto.

El tratamiento de la superficie requiere arena para evitar grietas, impermeabilizar y alisar las superficies.



- **Preparación de la pintura.** - Las sustancias secas deben tener pocos gránulos o atravesar completamente la sonda IRAM de 300 m. Se añade cloruro de calcio a estos insumos con un 2 % de agua, en comparación con el cemento. El ágata, el cemento y el calcio se mezclan vigorosamente hasta obtener una mezcla homogénea; luego, se añade el pigmento de color mientras se agita. Tras la homogeneización del color, se añade agua a la composición para obtener una pintura que se pueda aplicar al antepejo. Los pigmentos de la pintura no deben superar el 10 % del cemento.
- **Aplicación de la pintura.** - Antes de pintar, humedezca la pared de arena y cemento. Se puede aplicar con brochas de cerdas comunes para blanquear. Pinte primero las juntas y después el suelo. La pintura estará seca luego de 10 horas, así que humedézcala de nuevo para evitar que se agriete. Se recomienda aplicar dos capas durante la aplicación.

2.2.2. Adobes Comprimidos Suelo – Cemento Una Alternativa Ecológica

Una forma de mejorar sus condiciones de vida de los habitantes de las altas tierras, especialmente en Puno, el Departamento de Investigación y Tecnología Apropiada (DITA) de la UANCV Juliaca ha desarrollado un nuevo método de construcción utilizando adobe prensado como suelo.

El adobe ha sido utilizado por muchas culturas para la construcción. Dado que la clase alta generalmente construye sus propias viviendas, la competencia en tecnologías relacionadas ha disminuido y se ha desviado. Los proyectos de construcción en las ciudades emplean ampliamente bloques de concreto y ladrillos de arcilla. Con temperaturas nocturnas que bajan hasta los 20 grados Celsius y máximas invernales que alcanzan los 50 grados Celsius, Andorra es fría. Estos factores hacen que este material de construcción alternativo



sea deseable debido a sus térmicos rasgos y su respeto por el ambiente. Esto se puede lograr utilizando el método tradicional de ejecución con adobe y la autoconstrucción con una habilidad mínima. La transmisión de tecnología requiere capacitación profesional y una amplia difusión entre las poblaciones de las zonas altas.

En Perú, la asequibilidad de la vivienda tiene importantes efectos sociales y económicos. Por lo tanto, todo proyecto que aborde la vivienda asequible a largo plazo debe ser examinado cuidadosamente. Este artículo destaca los principales problemas y beneficios del uso de adobe compactado para reducir los gastos de construcción de forma ambiental y económicamente sostenible.

La construcción con ladrillos de cemento y tierra compactada es ecológica, ya que el material principal es tierra. Las instalaciones de OAS CINVA crearon la máquina Cinva Ram para triturar bloques y convertirlos en ladrillos de arcilla cocida. Por lo tanto, las unidades son más diminutas que los tradicionales adobes. Dado que podrían retirarse de la prensa como única aplicación y apilarse para su curado y secado sin requerir de molde ni llana.

Dado que la mayoría de los insumos de ejecución se adquieren en la obra, se reducen los costos. Los bloques prefabricados superan en rendimiento a los bloques de adobe y terracota de hace un siglo, que aún se conservan en buen estado. El curado natural elimina la necesidad de cocer los bloques antes de manipularlos.

DITA tendría dificultades para promover los compuestos de adobe de suelo-cemento como material de construcción preferible en entornos alpinos, a pesar de su superior rendimiento térmico en comparación con los bloques de hormigón o los ladrillos cocidos. Dado que sus procedimientos de fabricación y construcción son similares a los de los insumos de ejecución mencionados, las tecnologías de ejecución con adobe en zonas rurales y urbanas requerirán una gran cantidad de habilidades y capacitación para su asesoramiento y ejecución. Los bloques de hormigón y los ladrillos de arcilla serán menos necesarios.

2.2.3. Desarrollo O Metodología

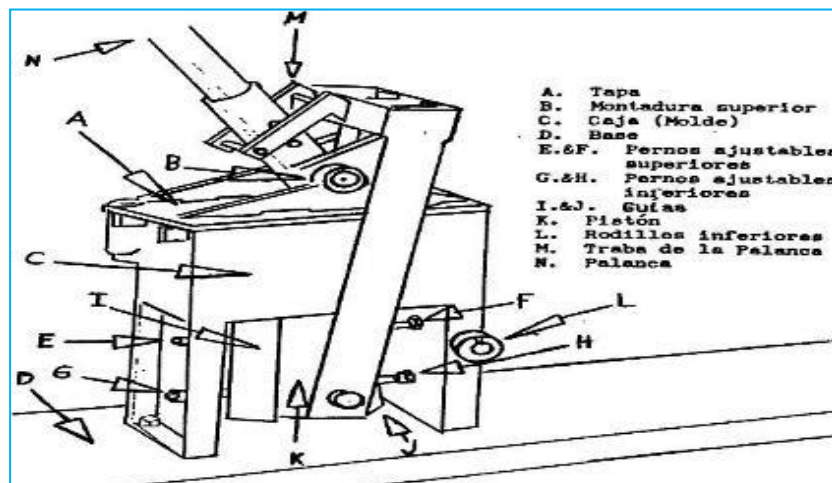
La investigación se realizó con base en un periodo de 15 años de práctica en el desarrollo de la ejecución de viviendas con una aplicación de tecnología moderna. Las evaluaciones de resistencia al viento y la lluvia, así como el desempeño previo de los residentes, se muestran en las imágenes. Se utilizan unidades de adobe convencionales y compactadas con superficies expuestas similares para simular la lluvia en diferentes dosis.

Cada componente dañado por el agua incluye un contenedor para el material erosionado y su peso. Esto optimiza la resistencia al agua de nuestras unidades. Cada unidad utiliza tácticas similares de preparación contra el viento. Los laboratorios de suelos de la UANCV compactaron los materiales para evaluar su resiliencia.

Las unidades de adobe se fabricaron con la máquina Cinva Ram del centro CINVA de la OEA. Este dispositivo es ligero, económico y práctico (Fig. 2). El periódico de acero contiene un molde donde un pistón manual mezcla cemento ligeramente húmedo con tierra. La tierra es el material principal para los bloques de construcción. Dos personas pueden usar esta máquina durante ocho horas y generar de 300 a 500 bloques. Los bloques están compuestos por un 25 % de arcilla, un 70 % de arena y un 5 % de cemento.

Figura 2

Esquema del equipo CINVA - RAM.



Nota. Proyecto 22 de la OEA, CINVA – RAM, (2011).

Se necesitan realizar ensayos de campo para elegir la calidad del suelo.

A. Ensayos Para La Elección De Una Cantero Buena

Los ladrillos de tierra estabilizada son fáciles de fabricar, pero el suelo debe elegirse con cuidado. Sería desastroso subestimar este período. Si el resultado es malo, se pueden desperdiciar recursos y esfuerzo. Los ensayos determinan el contenido de arena y arcilla del suelo.

B. Ensayo De Determinación De Moléculas

El análisis de superficie determina las proporciones de arena, arcilla y margas (3 ilustración). Utilice suelo con una cantidad que esta entre 5% y 30% de arcilla. El suelo puede mejorarse con la incorporación de arena o arcilla.

Figura 3

Proceso de decantación acelerada de la arcilla con la adición de sal.



Nota. Proyecto 22 de la OEA, CINVA – RAM, (2011)

C. Ensayo De Solidez

Este estudio realiza la medición de la integridad del terraplén basándose en la composición de arcilla de las muestras. Descripción del procedimiento:

- Humedezca la tierra seca y desmenuzable hasta que pueda moldearse en una esfera, dejando una ligera marca húmeda en las yemas de los dedos.

- Para garantizar un buen aterrizaje, suelte la bola desde un metro o menos. Si la bola se rompe en pequeños pedazos, el sándwich está bien. La latencia es perjudicial para todo.

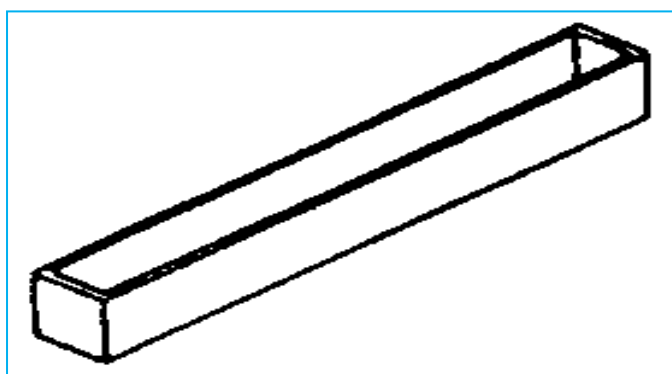
D. Prueba De La Caja

Las pruebas de caja pueden establecer la mejor proporción de terraza. Sin una referencia, mida la tierra recolectada. La 4ta ilustración muestra que el contenedor debe tener 60 x 4 x 4 cm.

- Engrase o lubrique cuidadosamente el interior de la caja.
- Llene completamente el contenedor con tierra prehumedecida.
- Para llenar la caja, la tierra debe estar húmeda pero no contaminada. Las esquinas deben estar compactadas.
- Nivele la caja con una llana. Sitúe la caja a la luz solar durante 72 horas o a la sombra en una semana, protegida de la lluvia.
- Al mover tierra hacia un lado del contenedor, se puede medir la contracción del elemento.

Figura 4

Molde de caja de madera.



Nota. Proyecto 22 de la OEA, CINVA – RAM, (2011).

El peso que la tierra en la caja determina la cantidad de cemento y tierra que se debe mezclar para los bloques comprimidos. Se han realizado numerosos



experimentos, y la Tabla 1, de la literatura del proyecto 22 muestra los hallazgos a los que se llegaron, de las pruebas ejecutadas de los elementos elaborados con este aparato.

2.2.4. Preparación de la mezcla

- Mezcle la tierra y el cemento cuidadosamente (según la dosis de la cantera).
- Agregue agua sin quemarla con una regadera.
- Nuevamente, inspeccione minuciosamente con una pala.
- Debe agregar menos agua de la necesaria.
- Se pueden abrir los pudines lamelares para controlar los niveles de agua. Manténgalos en su lugar si se calientan. Una caída sobre una superficie dura desde más de 1,5m debería romperlos en pedazos pequeños.
- Si sale líquido del grifo de la máquina mientras se presan las áreas, la combinación estará excesivamente caliente.
- La combinación debe utilizarse dentro de una hora después de agregar el agua.

2.2.5. Moldeado de los bloques comprimidos

El equipo de prensado está compuesto por cuatro miembros: uno llena el molde con los prensadores, otro levanta la palanca a la vertical posición y después la mueve hacia el otro extremo hasta que queda horizontal, el tercero devuelve la palanca a su posición original y el cuarto vacía el prensador. De donde se puede obtener el producto moldeado, para luego ser puesto a un secado obteniendo así un producto con características mecánicas definidas.

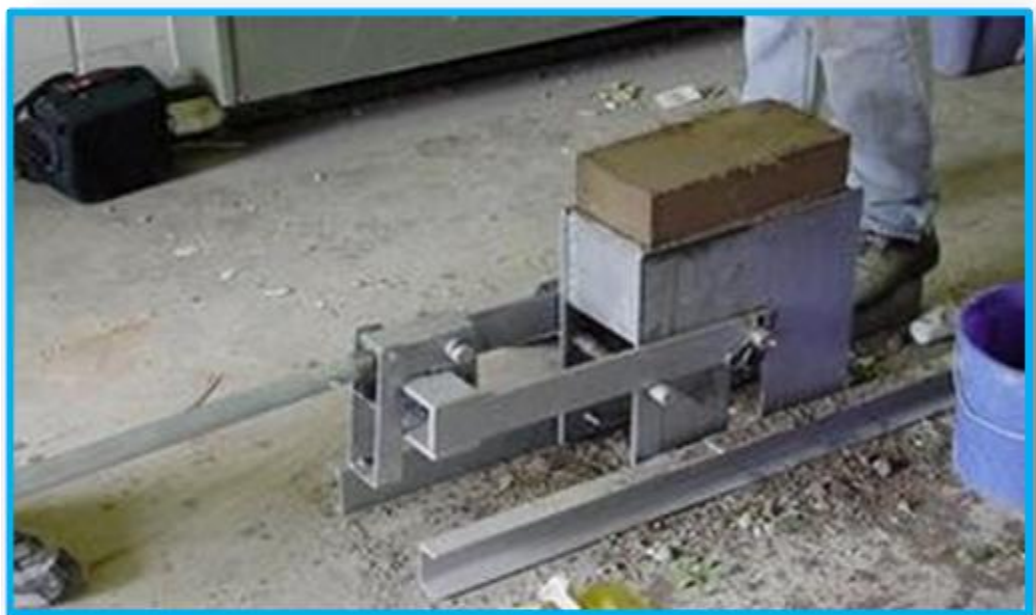
Figura 5

Moldeado de comprimidos bloques y preparada mezcla.



Figura 6

Modelado de comprimidos bloques, comprimido bloque, listo para el paso de curado.



Estos miden 29 x 14 x 14 cm. La cubierta es eficiente, de 15x 30x 15 cm. Dos individuos pueden fabricar entre 500 y 300 bloques al día. Un saco de cemento de 42,5 kg rinde, en promedio, 142 bloques.

2.2.6. Procedimiento del curado y apilamiento de bloques

El curado de bloques requiere precisión. Continuar con el proceso puede producir la pérdida de todo el esfuerzo previo. La humedad de los bloques debe liberarse de forma suave y constante. Se deben utilizar superficies planas y limpias con la profundidad suficiente para que los bloques queden en su punto más bajo.

Si no se dispone de estas mesas, los bloques tienen que situarse sobre un suelo plano tapada con papel para evitar el contacto con la superficie. Una vez situados, los bloques no pueden moverse.

Figura 7

Proceso de construcción, apilamiento, secado y curado de bloques.



En el caso de no haber una zona necesaria para apilar los bloques, pueden transportarse luego de un reposo controlado de tres a cuatro horas si aún no se han dispersado a cinco carriles. Tras el secado durante la noche, las manchas deben eliminarse durante cuatro a cinco días, registrándose dos veces al día. Después de 10 días de construcción, los bloques pueden alcanzar 10 niveles. Para un curado adecuado, deje de dos a tres cm entre los bloques.



2.3. Marco conceptual

Extracción: La remoción rápida de tierra elimina la capa superior de vegetación y la desplaza en forma de partículas de las superficies de tierra o roca, extrayendo arcillas.

Unidad de Hueca Albañilería: Cualquier unidad con una zona de sección inferior transversal al setenta% de la bruta zona en el plano perpendicular mismo a la superficie del elemento.

Unidad de Sólida Albañilería: Cualquier unidad de mampostería con un área de transversal sección en el plano del suelo de la cama = > al setenta% de la bruta área.

Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta): Unidad cuadriculada paralela al asiento.

Insumo primo: Los ingredientes principales son carbonato de calcio, cemento y arcilla. El moldeo consolidación o por extrusión crea formas. Se cocina ingeniosamente en hornos de carbón o leña. Los hornos tostadores industriales lo tuestan a una temperatura constante.

Ladrillo: Un ladrillo rectangular de arcilla o barro se utiliza para construir muros, cámaras y otras estructuras después de su cocción.

Calidad: Denota los criterios fundamentales de cualquier propiedad intrínseca que permite la comparación de categorías.

Mampostería: Un modo de tradicional ejecución que abarca la disposición manual de insumos de ejecución para construir muros y otros edificios.

Ladrillera: Planta de producción de unidades de albañilería, para su venta, según su calidad específica.



Normatividad: Un marco regulatorio rige la conducta humana. Puede ser moralmente voluntario o legalmente obligatorio.

Reglamentación: Las regulaciones del poder ejecutivo son directivas legales integrales. La ley suele tener prioridad sobre ellas en el sistema judicial.

Mortero: Material que conecta la mampostería horizontal y verticalmente.

Productiva disposición: Máximo de unidades que una empresa puede producir simultáneamente.

Efectividad: Alcance de metas de manera eficiente y eficaz.

Eficiencia: Esta relación entre materiales y elementos examina los modos de producción en función con los recursos.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Aspectos metodológicos de la investigación

- ENFOQUE: Se ha definido como un enfoque cuantitativo basado en la recolección de datos y el análisis numérico.
- TIPO: El tipo de investigación será el aplicado, ya que se utilizarán conocimiento de teorías existentes mediante su aplicación.
- NIVEL: Para el desarrollo de la investigación se ha planteado para su ejecución desarrollar la investigación a un nivel explicativo, porque se manipulará una de las variables según los porcentajes de cemento a considerarse.

3.2. Técnicas e instrumentos de la investigación

Este estudio examinará y aplicará controles en las siguientes áreas:

1. Examinar cómo las inversiones afectan la calidad del suelo invertido.
2. Analizar las características mecánicas del suelo y las cantidades de cemento para la elaboración del ladrillo estabilizado.
3. Evaluar las características físicas y mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento.



4. Se deben examinar las propiedades mecánicas de los materiales de masa de ladrillo estabilizado.

3.2.1. Descripción del Medio Experimental

En esta investigación, se diseñará y elaborará el material de construcción ambientalmente sostenible en la provincia de San Román utilizando métodos cuantitativos. Esta investigación ha mejorado nuestra comprensión y nos ayudará a identificar aspectos que un profesional calificado debería abordar.

3.2.2. Delimitación de la Zona de Estudio

Dada la complejidad del tema, se necesitan métodos innovadores para fabricar ladrillos estabilizados como material de construcción alternativo. Esta investigación se centrará en las ladrilleras artesanales cercanas a la localidad de Juliaca. Su implementación en el medio de información existente se realizará de la misma manera.

3.3. Plan de tratamiento de datos

Este estudio analizará datos cuantitativos. Donde se deben explorar los parámetros nominales y ordinales que afectan la calidad del ladrillo estabilizado. Por lo tanto, se consideraron los criterios a continuación descritos:

- a) Evaluación y recopilación de valores. Los dos ordinales y nominales.
- b) Presentación de valores.
- c) Codificación de valores.
- d) Tabulación de valores.



3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Para el desarrollo de este trabajo de investigación la población incluye ladrilleras artesanales ubicadas en la provincia de San Román que fabrican ladrillos manualmente sin tecnología.

3.4.2. Muestra

Se utilizará muestra no probabilística por conveniencia, ya que se seleccionarán los ladrillos que puedan ser producidos y ensayados dentro del tiempo y recursos disponibles para la investigación.

Ladrillos artesanales

Ladrillos estabilizados con cemento: con distintos porcentajes de cemento de 5 %, 10 % y 15 %) con cinco repeticiones por cada mezcla para análisis mecánico.

Esto permite evaluar la influencia del cemento en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de manera comparativa.

3.5. Procedimiento para la producción de ladrillos artesanales

3.5.1. Extracción De Arcilla

Las regiones remotas, tanto cercanas como lejanas a la zona de fabricación, pueden extraer suelo arcilloso y arenoso. En las ladrilleras, con o sin protección, la excavación de la cantera se realiza manualmente. Las ladrilleras medianas y grandes requieren maquinaria potente para remover el material extraído. Los camiones transportan el material excavado a los lugares de fabricación.

3.5.2. *Ubicación de la cantera de arcilla*

La arcilla utilizada para la fabricación de los ladrillos estabilizados con cemento fue extraída de la cantera de arcilla Ilo Ilo, ubicada en el sector Ilo Ilo del centro poblado de Yocará, provincia de San Román, departamento de Puno. Esta cantera fue seleccionada por su disponibilidad local y por presentar características adecuadas para la elaboración de unidades de albañilería, las cuales fueron verificadas mediante ensayos de laboratorio.

Figura 8

Ubicación de la cantera de arcilla Ilo Ilo en el centro poblado de Yocará.



3.5.3. **Mezcla**

A. MEZCLADO A MANO

Después de la labranza, se lleva a cabo la mezcla manual. Una pala o una pala crean una mezcla húmeda de arcilla y arena en recipientes. Tras un amasado riguroso a mano y con los pies, se eliminan los terrones más grandes de arcilla. Los artistas también pueden usar aserrín, gachas de avena, posos de café y cenizas. La mezcla se deja reposar durante la noche para separar los terrones más pequeños, lograr homogeneidad y obtener una



textura labrada o mohosa. Los contaminantes del suelo y la arcilla clasificados a mano incluyen raíces de plantas, troncos de árboles y otros. La arena se tamiza con frecuencia para eliminar contaminantes y uniformizar el grano. El material de partida no se selecciona ni se calienta para regular la dimensión del grano. La composición final y los rasgos de la combinación dependen de la experiencia y los recursos de cada artista.

B. MEZCLADO MECÁNICO

La mezcla se crea utilizando una amasadora u otro equipo que utilice energía, como un eléctrico motor, mecánica energía o el movimiento de un animal, eliminando la necesidad de mezclar manualmente, acortando el proceso y aumentando el desempeño.

El desarrollo no necesita tiempo de espera. La amasadora muele la arcilla premezclada, la arena húmeda y cualquier otro componente hasta obtener la consistencia deseada en la tolva de inicio. Se puede añadir agua, húmeda arena y arcilla a la final combinación.

Tabla 2

Tipos de ladrillos, con distintas combinaciones de mezclas.

CLASE DE LADRILLO	TIPO DE MEZCLA	F'C (KGF/CM ²)	DENSIDAD (KG/CM ³)
King Kong tradicional.	Con adición de arena.	75.48	1.62
//	Con adición de aserrín.	42.49	1.31
//	Con adición de ceniza.	50.48	1.44
King Kong extruido.	Con adición de arena.	169.02	1.46
//	Con adición de ceniza.	160.47	1.36

Nota. Programa de Energía de ITDG-Perú, Uso de cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras.

La composición de la mezcla depende de la geografía de la zona (teniendo en cuenta la distancia entre las canteras y la planta de fabricación), la

calidad de la arcilla y la accesibilidad. La mezcla se compone de un 30 % de arcilla arequipeña y un 70 % de arcilla cusqueña. La siguiente tabla se basa en estudios realizados con la aplicación de ceniza de cascarilla de arroz.

3.5.4. Proceso de moldeado

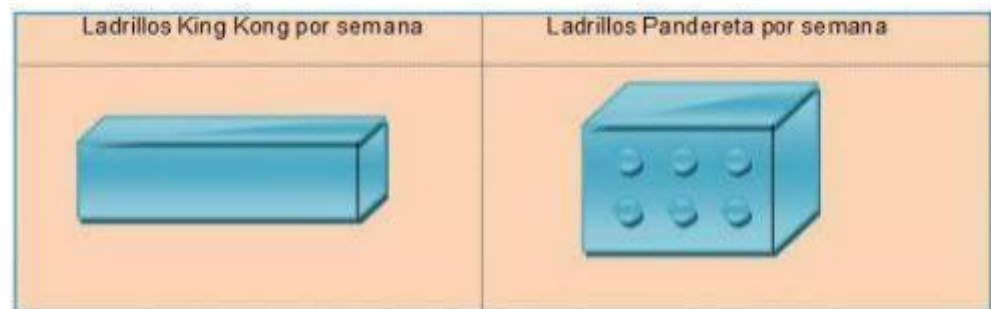
El compuesto material se forma en moldes sólidos y huecos para ladrillos. Las extrusoras pueden ser mecánicas o manuales.

A. Desarrollo Del Moldeado Manual

Se procede a utilizar moldes de metal o madera. El tamaño de los moldes varía según el artista y la región. Se descarga la mezcla con arena ultrafina para cenicero. Con circunstancias climáticas normales o sin lluvia, un agricultor cosecha materiales para cada variedad de ladrillos en un turno de aproximadamente 8 horas de un rango de lunes a sábado:

Figura 9

Elementos de un moldeado manual.



Nota. Programa de Energía de ITDG-Perú, (2017).

B. Desarrollo Del Moldeado Mecánico

La densidad y la resistencia de los ladrillos pueden mejorar con el moldeo mecánico. Este proceso incluye extrusoras industriales que pueden producir aproximadamente un millón de ladrillos por cada hora y prensas de moldeo



manuales que producen 55 ladrillos por hora con moldes individuales. Las extrusoras manuales pequeñas producen entre 120 y 400 ladrillos por hora para el cambio de molde. Estos dispositivos pueden crear panderetas y ladrillos para techos mediante el cambio de moldes. La extrusora de cuatro piezas funciona con electricidad, diésel o gasolina.

Maquinaria para cortar ladrillos, mecanismo de empuje y manivela, tanque mezclador y moldes de extrusión de ladrillos ajustables.

3.5.5. Proceso de secado

Las unidades de ladrillos formados recién se sitúan en plataformas para su secado, superficies planas diseñadas para este fin, frecuentemente cerca del proceso de moldeado. Los ladrillos aprovechan la dinámica solar y eólica. Se prefiere construir recintos cubiertos para el invierno, ya que pueden protegerse con láminas de plástico por la noche, aunque esto no siempre evita lesiones. Dependiendo del clima, el ladrillo crudo se deshidrata de cinco a siete días para perder el 13% de su humedad y prepararlo para la instalación en el horno. A partir del tercer o cuarto día, las superficies expuestas se rotan en pares cercanos y las áreas de contacto con la superficie se raspan en cada turno para suprimir cualquier suciedad o residuo. El último paso del secado es apilar verticalmente los ladrillos en voladizo en torres delgadas de 1 a 1,20m de elevación.

3.5.6. Desarrollo de la carga del horno

El malecón se forma inicialmente al colocar la manteca seca para crear un canal arqueado alrededor del horno. Se dispone de la colocación de tres o más probetas de carbón del tamaño de una tapa sobre la base de la bóveda, una rejilla de ladrillos que se extiende verticalmente desde la bóveda, según sus proporciones y disposición. Detrás de esta barrera se encuentra el canal del dique con leña para el encendido.



Las briquetas de carbón se colocan juntas a lo largo de la mayor parte del cuerno para formar un frente de llama horizontal en la cima de la cúpula de carne cruda. Las briquetas estándar son cilíndricas, con dimensiones de 10 cm de ancho y 14 cm de alto, y tienen una abertura central para el encendido.

Como malecón dedicado, los ladrillos se alinean perpendicularmente al ladrillo anterior y se organizan en horizontales niveles, todos apoyados en su borde más largo para alcanzar la elevación del cuerno. Las creaciones técnicas en forma de bóveda emplean la misma configuración. La secuencia 1-12, que alterna el largo y el ancho de los ladrillos, proporciona un refuerzo adicional. Para la transmisión del calor del fuego, el intercambio de gases de combustión calientes y la ventilación, los ladrillos se colocan entre 5 y 3m de distancia.

La instalación y la carga pueden tardar un día, dependiendo del tamaño del horno. Una persona carga el arma, cuatro acceden a los ladrillos y cinco llenan un horno de 10 kilómetros de largo en diez h.

3.5.7. *Proceso de cocción*

Los hornos de ladrillos funcionan. El Maestro Hornero controla la combustión según las observaciones. Los tubos de encendido a nivel del suelo del horno incluyen ventanas laterales. Los extintores determinan el tamaño y las características de la bolsa. El Apéndice 1 del Manual del Operador de Hornos Tradicionales muestra gráficamente las medidas de los canales y las ventanas del recinto.

A. Proceso Del Encendido

Las briquetas sobre la ruta de combustión deben asegurarse para generar suficiente calor como para encender el combustible en los niveles horizontales consecutivos. Una muestra como referencia es que los hornos tradicionales de la

ciudad de Arequipa duran entre 8 a 24 horas, ocasionalmente 48. El fuego se enciende con faroles de plástico, paja o madera y hojas de algarrobo o eucalipto, con el que se busca lograr una temperatura de cocción adecuada para su quema.

B. Proceso De La Quema

Esto asegura que la llama se eleve de manera uniforme a lo largo de los ladrillos horizontales, comenzando con los restos de carbón de cada tapa, hasta que la tapa superior se vacía, quemando toda la carga. El proceso de quema de piedra de Arequipa toma de una semana a 20 días, dependiendo de la dimensión del horno. Los cuernos de Piura tardan una semana en encenderse. Los cuernos de Chusco son uniformes.

Después de retirar el cabo de carbón y todas las briquetas de la segunda tapa del malecón en llamas, se inicia el fuego. Primero, se golpean ligeramente las mirillas y las rejillas de ventilación para alejarlas del viento y reducir su tamaño, luego se cierran todos los huecos en la primera fila de ladrillos para soldar el cuerno. Solo queda mantener el fuego encendido hasta que el horno alcance su punto máximo.

Figura 10

Proceso de cocción de los ladrillos artesanales.



Figura 11

Horno para el proceso de cocción de ladrillos artesanales.



3.5.8. Descarga del horno

Una vez que la llama alcanza su punto máximo y el carburador está vacío, las rejillas de ventilación se abren gradualmente para permitir que los alimentos ardan lentamente durante cinco días. Mediante las mismas corrientes de aire que alimentaron la quema, el enfriamiento asciende desde abajo.

Antes de descargar, el horno debe enfriarse. Durante los picos de demanda, los ladrillos se descargan calientes en lugar de enfriarse. Se reduce el tiempo de descarga.

3.5.9. Clasificación y despacho

Según los resultados del fuego, las cucharas se descargan y se colocan alrededor del horno: Completamente preparadas (intenso tono rojizo-anaranjado y resonancia metálica a la percusión; peso considerable; gránulos finos y compactos al fragmentarse; bordes afilados y superficie lisa y uniforme).

Toscamente quemados, llamados "bayos" (menos rojizos).

Crudos o poco cocidos.



Las siguientes son las cualidades de un buen ladrillo.

- Homogeneidad de la junta en toda su circunferencia.
- Durabilidad bajo cargas pesadas (flexibilidad y resistencia a la compresión).
- Las formas geométricas (bordes y ángulos lineales) garantizan la consistencia de las mediciones.
- Consistencia del color, a menos que se especifique como un toque de color arquitectónico.

La NTP 331.017:2003 (Anexo 2), se identifica por su ID único e indica la resistencia en MPa². Los ladrillos se categorizaban por resistencia en kg/cm² (megapascuales) según la NTP331.017. El ejemplo a continuación utiliza el estándar.

Los ladrillos requieren rehorneado, pero los consumidores pagan menos por los de baja calidad. Las perforadoras manuales no verifican la calidad.

3.5.10. Proceso de comercialización

La construcción de manera individual de edificaciones de viviendas es el mercado primario de los ladrilleros artesanales. Las grandes constructoras utilizan la albañilería automatizada o semiautomática para proyectos privados o públicos. Dado que los ladrillos manufacturados cuestan el doble que los artesanales, las autoridades públicas se han comprometido a formalizar este negocio y ayudar a los microempresarios. Los artesanos utilizarán amasadoras y extrusoras durante la producción.

Los compradores pueden ir al horno a recoger ladrillos artesanales o alquilarlos. Corredores, constructores y propietarios de propiedades en construcción pueden comprar. Los principales compradores son intermediarios de insumos de ejecución. Estos intermediarios financieros gestionan los precios y asesoran a los desarrolladores sobre adelantos de efectivo,



que son préstamos con intereses elevados. Las comerciales oficinas en los centros de organización de insumos de ejecución de cada ciudad venden ladrillos fabricados a máquina.

3.5.11. Entorno cultural y socio económico

El deterioro de las condiciones económicas o la reducción de la inversión gubernamental y privada a nivel nacional perjudicaron la producción de ladrillos. El mercado principal es el nacional.

La mayor parte de la actividad económica es informal y la lleva a cabo toda la familia, incluyendo padres e hijos. La participación posterior en grupos varía cuando los niños más pequeños regresan de la escuela con responsabilidades más sencillas.

Los negocios familiares, a menudo la única fuente de ingresos, son vitales para la economía de sus comunidades. Desempleados, carecen de ingresos. Los albañiles pueden construir cerca de los cuernos en lugares sin electricidad, agua ni carreteras. La tenencia de la propiedad suele ser complicada, ya que las propiedades no están inscritas en el registro municipal de tierras.

3.6. Descripción de la producción del ladrillo estabilizado

El proceso para fabricar ladrillos estabilizados es similar al de los ladrillos comunes, pero el cemento y la maquinaria especializada los estabilizan. Por lo tanto, la siguiente descripción es una guía.

3.6.1. Mezcla

A. De manera manual

Después de labrar, se lleva a cabo la mezcla de manera manual. Los recipientes de mezcla con una pala o una pala ligera generan arcilla y arena húmedas. La manipulación enérgica de manos y pies elimina los grandes terrones de arcilla.



Se puede añadir aserrín, finos y cenizas. La lechada reposa durante la noche para eliminar los grumos más pequeños, homogeneizarla y prepararla para su posterior acondicionamiento. Los troncos, raíces y otras impurezas de la arcilla y el suelo se catalogan a mano. La arena se tamiza rutinariamente para suprimir contaminantes o estandarizar el tamaño del grano. El inicial insumos no se elige ni se filtra molecularmente para manejar el tamaño de las partículas. La consistencia de la mezcla, los estándares, la competencia y la accesibilidad de los materiales de cada productor determinan la formulación y las cualidades.

B. De manera mecánica

Una mezcladora accionada por un motor eléctrico, con fuerza mecánica o tracción desplaza la operación manual de la mezcla, baja la duración de mezclado y optimiza la eficiencia.

El proceso no requiere tiempo no activo. La arcilla húmeda, la arena y cualquier aditivo se mezclan en inicio del ingreso hasta conseguir la adecuada consistencia.

Donde se puede agregar arcilla, arena y agua para repetir la combinación.

Debido a la distancia entre las canteras y las zonas industriales, la calidad y la accesibilidad de la arcilla afectan considerablemente la composición de la mezcla, que varía según el país. La combinación puede incluir un 30 % de arcilla en Arequipa y un 70 % en Cusco. Los resultados de los estudios realizados en Piura con ceniza de cáscara de arroz.

3.6.2. Moldeo O Labranza

Los sólidos (King Kong) y los huecos moldean el material combinado para formar ladrillos (para panaderos, techos, etc.). El trabajo manual y las extrusoras mecánicas son alternativas.



A. Moldeo Manual

Se utilizan moldes de metal o madera. Diversos artesanos y regiones utilizan moldes de distintos tamaños. Agentes desmoldantes como la arena ultrafina de un cenicero ayudan a desmoldar la combinación. Con condiciones climáticas normales o sin lluvia, un agricultor cosecha los siguientes materiales para cada tipo de ladrillo durante un periodo de 8 horas de lunes a sábado.

B. Moldeo Mecánico

El método de mecánico moldeo puede aumentar la densidad y la resistencia del ladrillo. Las prensas de moldeo manuales pueden fabricar 60 ladrillos por hora, mientras que las industriales extrusoras pueden generar más de 1'000000. Las soluciones de transición incluyen máquinas de extrusión compactas y manuales que producen de 400 a 120 ladrillos por hora.

Estos dispositivos pueden fabricar ladrillos con forma de pandereta y techo sencillamente cambiando el molde.

Las extrusoras funcionan con electricidad, motores de gasolina o diésel y constan de cuatro partes primarias:

- Una manija y un mecanismo de expulsión.
- Un recipiente para mezclar.
- Molde de intercambiable extrusión para la clase de ladrillo elegido.
- Cortadora de ladrillos.

3.6.3. Secado

Los secaderos o patios, lugares planos cerca del lugar de moldeo, albergan los ladrillos recién moldeados.



Los ladrillos aprovechan el movimiento del sol y el viento. Los recintos de invierno cubiertos pueden protegerse con láminas de plástico por la noche, aunque esto no siempre evita lesiones.

El ladrillo crudo se deshidrata hasta que pierde el trece% de su humedad y está listo para la instalación en el horno, lo que demora de 1 sem a 5 días, en base al clima. A partir del 4to o 3er día, las superficies expuestas se rotan en pares apretados y las zonas en contacto con la tierra se raspan en cada turno para suprimir la suciedad o los residuos. Durante el secado, los ladrillos en voladizo se apilan verticalmente para construir torres de un solo ladrillo de entre 1 y 1,5 metros de altura.

3.6.4. Desarrollo Del Ladrillo usando La Máquina CINVA – RAM

En un molde metálico, un pistón accionado por palanca comprime la tierra y el cemento Portland. Después del secado y el laminado, el molde está listo para la construcción de viviendas gracias a su compresión. Los ladrillos deben curarse durante 7 días antes de almacenarse en un lugar resguardado y sin corrientes de aire durante 20 días. Con un peso ligero de 65 kg, la máquina es fácil de transportar. Cualquier taller mecánico puede reparar sus componentes, ya que son fáciles de desmontar y reconstruir. Las imágenes de estas fichas técnicas muestran los componentes y su ubicación. Para mayor estabilidad, se dispone que la máquina está articulada sobre una mesa de 0,05 m de espesor, 0,30 m de ancho y 3 m de largo.

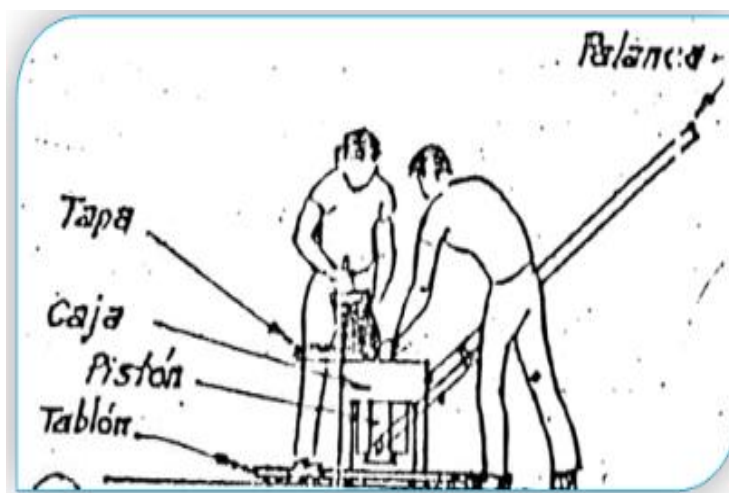
3.6.5. Producción de los ladrillos

Tras preparar la mezcla de tierra y cemento, realizar la limpieza de los componentes que tiene la máquina que estarán en contacto con el insumo y lubricarlos con una solución de aceite de linaza a homogéneas partes, se puede comenzar el desarrollo de ladrillos:

- 1) La correa se retrae y la palanca se posiciona para abrir el contenedor. La amalgama debe estar llena el contenedor.

Figura 12

Posición de la palanca – combinación llena máquina CINVA - RAM

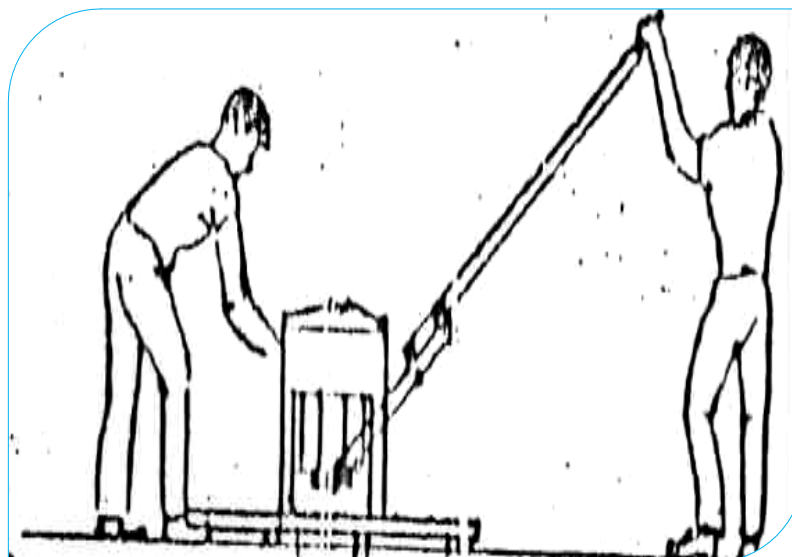


Nota. RAMIREZ, R.; IVP. Proyecto 22 de la OEA. (2019). CINVA – RAM Máquina para Fabricar Bloques de Suelo – Cemento.

- 2) La correa se retrae y la palanca abre el contenedor. La amalgama lo llena.

Figura 13

Suprimiendo insumo excedente en el proceso.

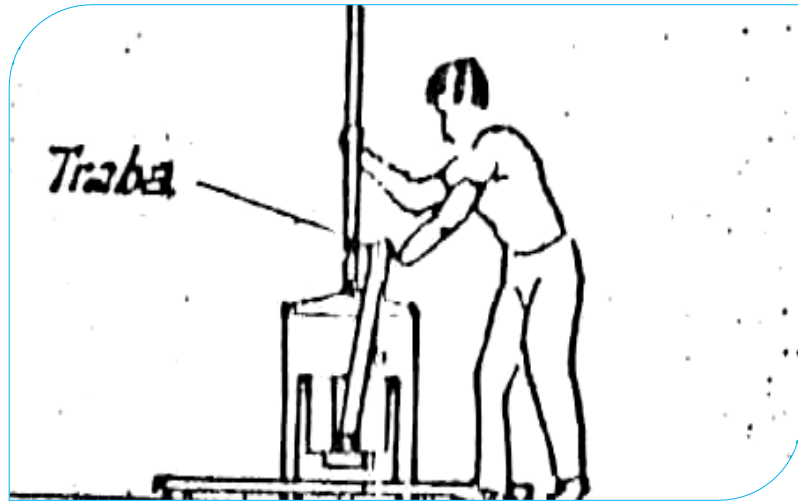


Nota. RAMIREZ, R.; IVP. Proyecto 22 de la OEA. (2019). CINVA – RAM.

- 3) Al separar la biela inferior del pistón, se levanta la pieza y la mesa, colocándola en posición vertical sobre las superficies irregulares de la tapa.

Figura 14

Procedimiento para subir la traba de la máquina.

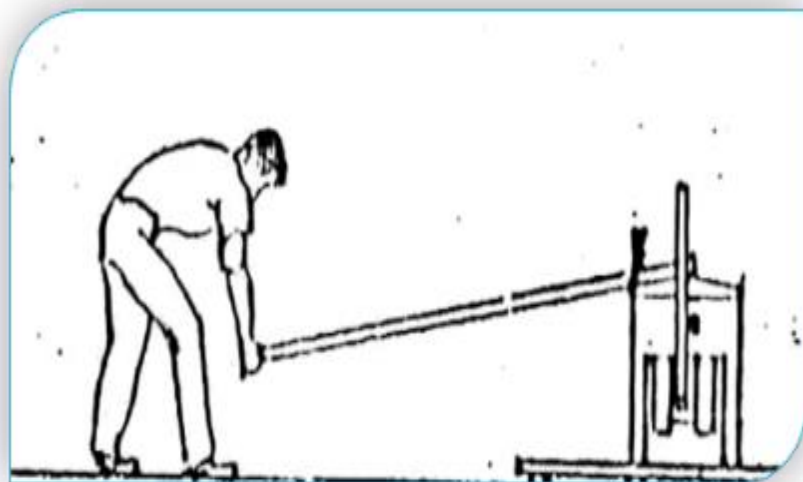


Nota. RAMIREZ, R.; IVP. Proyecto 22 de la OEA. (2019).

- 4) Presione la palanca para colocarla horizontalmente sobre la tapa. Este movimiento ayuda a recoger los materiales para fabricar ladrillos.

Figura 15

Proceso de compresión del ladrillo en la máquina.

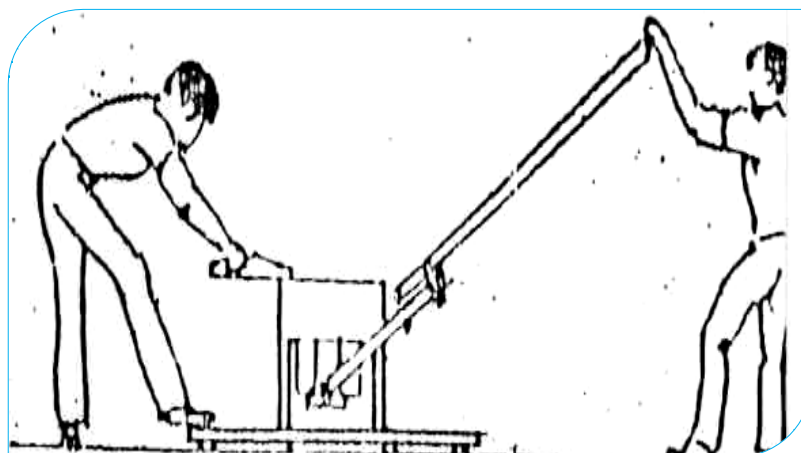


Nota. RAMIREZ, R.; IVP. Proyecto 22 de la OEA. (2019). CINVA – RAM Máquina para Fabricar Bloques de Suelo – Cemento.

- 5) Tras retirar la manija del grifo, se vuelve a insertar la palanca (1) para abrir la caja.

Figura 16

Posición inicial para el situando de la palanca

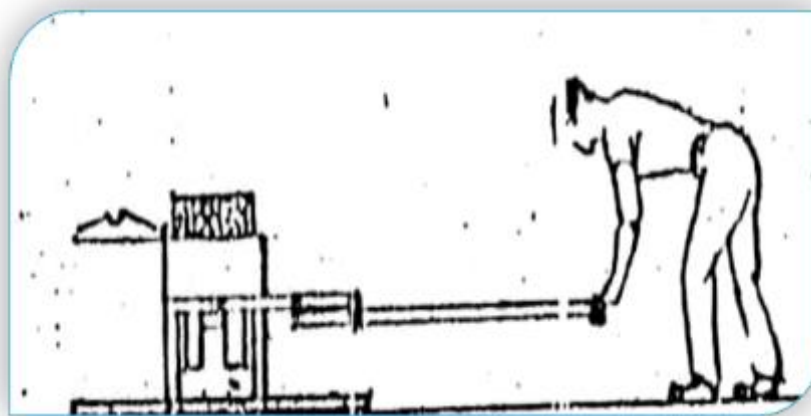


Nota. RAMIREZ, R.; IVP. Proyecto 22 de la OEA. (2019).

- 6) El pistón eleva la unidad de ladrillo de esta manera empujando la base de la caja arriba cuando la palanca se baja a la posición horizontal. Esto prepara la máquina para fabricar un nuevo ladrillo después de la limpieza.

Figura 17

Desarrollo de la elevación del ladrillo en la máquina.



Nota. RAMIREZ, R.; IVP. Proyecto 22 de la OEA. (2019). CINVA – RAM Máquina para Fabricar Bloques de Suelo – Cemento.

Figura 18

Colocación de la masa en la máquina de moldeo.



3.6.6. *Proceso del curado de los ladrillos*

La disposición de los bloques se coloca bajo tierra y se riegan en mínimamente una semana para que se mantengan húmedos. Antes de trasladarlos al lugar de almacenamiento prescrito, deben permanecer en un lugar sombreado durante 20 días y expuestos al aire y al sol en una semana. Si no se secan correctamente, los ladrillos pierden humedad rápidamente, lo que reduce su durabilidad. No se deben utilizar candados antes de 30 días después de su fabricación.

3.6.7. *Modelo, elección de insumos y procedimiento del estabilizado ladrillo*

Se seleccionó la ladrillera cercana a la salida de Arequipa para fabricar ladrillos estabilizados en San Román, especialmente en la margen derecha de la vía. Por lo tanto, se seleccionaron las siguientes medidas:

- Se realizaron tres demostraciones de bordes de consistencia y granulométrica evaluación.



- Se obtuvieron tres especímenes de superficie con proporciones diferentes de ladrillos estabilizados.
- Se está preparando una muestra de suelo para ladrillos artesanales.

3.6.8. Aspectos de la granulométrica evaluación de suelos para el desarrollo de estabilizado ladrillo

ESPÉCIMEN N° 01

Suelos que pasaron el tamiz n.º 4, mostraron los siguientes detalles:

Peso total de material	:	200.00 gr.
Arena Peso.	:	63.00 gr.
Arcilla Peso	:	137.00 gr.
% de Humedad.	:	10.34%

ESPÉCIMEN N° 02

Suelos que pasaron el tamiz n.º 4 presentaron los detalles siguientes:

Total Peso de material	:	200.00 gr.
Arena Peso.	:	88.00 gr.
Arcilla Peso	:	112.00 gr.
% de Humedad.	:	9.24 %

ESPÉCIMEN N° 03

Las superficies que pasaron el tamiz n.º 4 presentaron los detalles siguientes:

Total Peso de insumo	:	200.00 gr.
Arena Peso.	:	79.00 gr.
Arcilla Peso	:	121.00 gr.
% de Humedad.	:	7.51 %

3.6.9. Límites de consistencia de suelos para la producción de ladrillos estabilizados

Esta investigación determinó el índice de plasticidad, como se indica seguidamente:

Tabla 3

Resultados de la prueba de límites de consistencia para cantidades diferentes

N°	PROPORCIONES			LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	Arcilla	Arena	Cemento	LL (%)	LP (%)	Ip (%)
1	75 %	20 %	5 %	29.72	18.50	11.22
2	60 %	30 %	10 %	25.44	20.53	4.91
3	70 %	15 %	15 %	26.78	20.21	6.56

Nota. Desarrollo propio del autor.

3.7. Características de las unidades de albañilería normado por la E. 070

3.7.1. Disposición de la unidad de albañilería

Aspectos Generales

- Los ladrillos se pueden manipular con una mano debido a su tamaño y volumen. Debido a su tamaño y peso, los bloques requieren dos manos para su manipulación.
- La norma tiene especificaciones de ladrillos y bloques producidas de arcilla, cal en láminas u hormigón.
- Estas piezas sólidas, esféricas, huecas o tubulares pueden fabricarse con fines estéticos o utilitarios.
- Tras obtener la resistencia y la estabilidad volumétrica, se colocarán los módulos de hormigón armado. El período mínimo de uso para las unidades saturadas de agua es de aproximadamente de 28 días.

Elementos Para La Clasificación Para Fines Estructurales

Para el diseño de un sistema estructural, los componentes de mampostería, donde se proporcionará las características físicas y mecánicas, en la literatura que está establecida en el código E.070 de albañilería que brinda la norma técnica.



Pruebas Para Control De Calidad

- a) **Muestreo.** - Solo frente al lugar donde se realiza el trabajo. Se analizará una muestra aleatoria de 10 unidades de cada lote de hasta 50 000 para determinar la variación de tamaño y peso. El estudio incluirá ensayos de compresión y absorción en cinco unidades cada uno.
- b) **F^{'c}.** - Las pruebas de laboratorio determinarán la resistencia a compresión de las unidades de mampostería según las disposiciones de la NTP 399.613 y 399.604. Una sola estándar desviación de la media del espécimen proporciona la F^{'c} convencional axial de la unidad de mampostería.
- c) **Variación Dimensional.** - Se determinará utilizando los procedimientos de las Normas NTP 399.613 y 399.604.
- d) **Alabeo.** - El procedimiento que establece en la NTP 399.613 determinará la deformación de las unidades de mampostería.
- e) **Absorción.** - Las pruebas de absorción seguirán los procedimientos de las NTP 399.604 y 399.1613.

Pruebas Para La Aceptación De La Unidad

- a) Se realizará un nuevo análisis si la dispersión de los resultados supera el 20 % en unidades fabricadas industrialmente o el 40 % en unidades hechas a mano.
- b) La arcilla y la sílice calcárea no absorben más del 22 %. La absorción de los bloques de clase P no superará el 12 %. Los bloques de hormigón no pueden absorber más del 15 % de NP.



- c) Los anchos mínimos de los laterales para los bloques de tipo P y tipo NP en la superficie probada son de 12 y 25 mm.
- d) El equipo de albañilería eliminará las piedras, conchas y nidos de carbonato de calcio del material empelado.
- e) La unidad de ladrillo elaborados de arcilla estará bien revestida, libre de vitrificación y con un color uniforme. Al martillar cualquier elemento, se produce un sonido metálico.

3.7.2. Mortero

Definición

El mortero debe ser una mezcla de aglutinantes con el máximo de agua permitido para que sea funcional, cohesivo y libre de aditivos. La formulación del mortero de albañilería debe cumplir con las normas NTP.

Partes

- a) Posibles elementos de enterramiento:
 - Mezcla típica de cemento Portland.
 - Cemento enriquecido con calcio según NTP 339.002.
 - Cemento tipos I y II e inclusión de cemento IP.
- b) El acabado suplementario debe ser arena gruesa natural sin componentes orgánicos ni sintéticos y cumplir con las especificaciones de la Tabla 8. Se permitirán granulometrías alternativas si los productos de los ensayos de paredes y pisos cumplen con los límites de diseño.



Tabla 4

Porcentajes de granulometría de la arena gruesa

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 200	Menos de 2
N° 100	2 a 15
N° 50	10 a 35
N° 30	40 a 75
N° 16	70 a 100
N° 8	95 a 100
N° 4	100

Nota. JUÁREZ, E. y RICO, A. (2005). Mecánica de suelos.

- La proporción de arena entre los complejos comerciales no puede superar el 50 %.
 - El módulo de finura será de 1, 6 y 2,5.
 - La contaminación por peso está limitada al 1 %.
- c) La calidad del agua deber ser potable y estará libre de materia orgánica, ácidos, álcalis y corrosivos.

Organización Para Estructurales Fines

Las muestras se separan en clase P para móviles fosas y clase NP para fijas fosas (cuadro 4).

Proporciones Establecidas

Las proporciones de moteros son señaladas en proporciones volumétricas, que contienen proporciones de los ingredientes líquidos del mortero.

Se puede utilizar cemento de mampostería o morteros industriales si se



garantiza el aguante de la mampostería y se prueban los cimientos y muros para cumplir o superar las resistencias de diseño.

El mortero sin calcio puede mantener las proporciones cemento-arena de como recomienda la norma, estas sin calcio hidratado estandarizado.

3.8. Rasgos del modelo del desarrollo de estabilizados bricks

Una ladrillera ubicada a la derecha del km 6500 de la carretera Juliaca-Arequipa fabricará ladrillos estabilizados utilizando el mismo material que los ladrillos cocidos. Los dos elementos siguientes distinguirán los ladrillos artesanales de los estabilizados:

- Ladrillo carbonizado artesanal.
- Diferentes proporciones de cemento para ladrillos estabilizados con suelo.

3.9. Pruebas de laboratorio llevados a cabo para fundamentar la calidad del ladrillo estabilizado

- Evaluación del tamaño de partícula.
- Análisis de los límites de consistencia.
- Ensayo de clasificación del suelo.
- Prueba de resistencia a la compresión.
- Prueba de absorción de ladrillos estabilizados.
- Prueba de succión de ladrillos estabilizados.

3.10. Determinación de la densidad de ladrillos estabilizados

Para calcular la densidad (g/cm^3) de un ladrillo, solo necesitas medir masa y volumen, y luego aplicar la fórmula básica:



1. Fórmula de densidad

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

2. Medir la masa

- Usa una balanza.
- Anota la masa en gramos (g).

Ladrillo estabilizado de la propuesta A pesa 3882.00 g.

3. Medir el volumen

Para un ladrillo de forma rectangular, mide:

- Largo (L)
- Ancho (A)
- Alto (H)

Todos en centímetros (cm).

Volumen:

$$V = L \times A \times H$$

Medidas

- L = 23.05 cm
- A = 12.04 cm
- H = 8.72 cm

$$V = 23.05 \times 12.04 \times 8.72 = 2420 \text{ cm}^3$$

4. Calcular densidad

$$\text{Densidad} = 3882 \text{ g} / 2420 \text{ cm}^3 = 1.60 \text{ g/cm}^3$$

5. Resultado

La densidad del ladrillo sería:

$$1.60 \text{ g/cm}^3$$



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción del ladrillo artesanal

Los ladrillos o unidades de mampostería, son materiales de construcción clave para su uso en la construcción de edificaciones, los ladrillos deben cumplir con los ensayos y características físicas y mecánicas que dispone la norma E.070 de Albañilería. Los ladrillos artesanales producidos en la provincia de San Román se elaboran con conocimiento empírico y sin control de calidad, lo que revela las siguientes características:

4.1.1. Dosificación Y Calidad De Insumos

Dado que el estado de la arcilla y la arena para la producción de ladrillos varía, cada fabricante debe determinar la dosis adecuada para su método de producción. Debido a las diferencias de calidad entre la cantera y el ladrillo, se debe calcular el mejor período de control de la dosis.

Actualmente no se está evaluando una dosis para este estudio. Esta formulación contiene un 30 % de arena, un 35 % de arcilla y un 35 % de arcilla molida, lo que sugiere arcillas cohesivas en la zona de estudio.

4.1.2. Granulometría de los insumos para el desarrollo del ladrillo artesanal

El estudio granulométrico muestra que los ladrillos artesanales se elaboran con arena fina y arcilla, que presentan diferentes características.



4.1.3. Elaboración de unidades de ladrillo

Se ha observado la participación de artesanos que trabajan con familias locales para la producción de ladrillos artesanales para la construcción de edificaciones. Todos los procesos de moldeado, secado y demás son controlados por ellos mismos.

4.1.4. Cocción de las unidades de albañilería

Los artesanos trabajan con familias locales para la elaboración de los ladrillos que sirven para la construcción de edificaciones. Todos los procesos de moldeado, secado y el proceso de cocción son controlados por ellos mismos.

4.2. Producción de ladrillo estabilizado

El ladrillo es una viable opción al estabilizarlo con cemento que se utiliza en otros países. Esto contrasta con el ladrillo tradicional, en el cual se reduciría el proceso de cocción. El ladrillo descrito en este estudio aumenta la densidad; sin embargo, el uso de cemento como ingrediente estabilizador aumenta su sostenibilidad ambiental.

4.2.1. Dosis normada para la granulometría del ladrillo estabilizado

El mortero estabilizado es contrastable al mortero convencional, pero se controla mejor con cemento que con la cocción; se proporcionan las proporciones de peso en porcentajes:

1. Granulometría del ladrillo artesanal carbonizado en proporciones específicas: Marga 35%, arcilla 35%, arena 30%.
2. Proporciones del ladrillo: 20% arena, 75% arcilla, 5% cemento.
3. Proporciones del ladrillo: 30% arena, 60% arcilla, 10% cemento.
4. Proporciones del ladrillo: 15% arena, 70% arcilla, 15% cemento.

Tabla 5

Proporciones establecidas para la elaboración del ladrillo estabilizado.

N°	DESCRIPCIÓN	PESOS		
		ARENA (gr)	ARCILLA (gr)	PESO TOTAL (gr)
1	Ladrillo artesanal	74	126	200
	Ladrillo estabilizado			
2	Arena 20% - arcilla 75% - Cemento 5% Ladrillo estabilizado.	63	137	200
3	Cemento 10% - arcilla 60% - Arena 30% Ladrillo estabilizado.	88	112	200
4	Cemento 15% - arcilla 70% - Arena 15%	79	121	200

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Para desarrollar este concepto, se requirieron tres proporciones de elementos para la fabricación estable de ladrillos.
- Se obtuvo una muestra para el desarrollo del análisis del ladrillo artesanal cocido para contrastar las características físicas y mecánicas de los ladrillos estabilizados con las especificadas en este estudio.

4.2.2. Cantidad de agua para la elaboración del ladrillo estabilizado

La cantidad de agua en la fabricación de ladrillos estabilizados no se fija mediante una relación agua/cemento estricta como en el concreto, sino que depende principalmente del contenido de arcilla, arena y cemento, así como de la trabajabilidad requerida para el moldeo y compactación. Técnicamente, el contenido óptimo de agua suele encontrarse entre 10 % y 18 % del peso total de los materiales secos, permitiendo una mezcla plástica y compactable sin generar fisuras por exceso de humedad.

Considerando que cada dosificación presenta un peso total constante de 200 g, se recomienda la siguiente cantidad de agua para cada tipo de ladrillo:

Tabla 6

Cantidad de agua recomendada para la elaboración del ladrillo estabilizado.

Nº	Tipo de ladrillo	Peso total (gr)	Agua recomendada (%)	Cantidad de agua (gr)
1	Ladrillo artesanal	200	15 %	30 g
2	Ladrillo estabilizado (5 % cemento)	200	12 %	24 g
3	Ladrillo estabilizado (10 % cemento)	200	11 %	22 g
4	Ladrillo estabilizado (15 % cemento)	200	10 %	20 g

La cantidad de agua empleada debe ajustarse según la proporción de cemento y arcilla, siendo recomendable mantenerla entre 10 % y 15 % del peso total, garantizando una mezcla homogénea, trabajable y adecuada para la fabricación de ladrillos estabilizados de mejor desempeño físico y mecánico.

4.2.3. Pruebas De Límites De Consistencia ASTM D 2216 En Las Dosificaciones Indicadas para el desarrollo De Ladrillos Estabilizados

De forma similar que el análisis del tamaño de partícula, se realizaron pruebas de límite de consistencia en todas las dosificaciones, las cuales se pueden observar en la siguiente tabla, de los resultados de las pruebas realizadas para determinar los límites de consistencia de los insumos utilizados para la elaboración de los ladrillos con características de estabilización con la adición del cemento.

Tabla 7

Resultados de la prueba de límites de consistencia.

Nº	DETALLES	LL (%)	LP (%)	Ip (%)
1	Ladrillo artesanal.	28.15	22.43	5.72
2	Ladrillo estabilizado. Cemento 5% - arcilla 75% - Arena 20%	29.72	18.50	11.22
3	Ladrillo estabilizado. Cemento 10% - arcilla 60% - Arena 30%	25.44	20.53	4.91
4	Ladrillo estabilizado. Arcilla 70% - Arena 15% - Cemento 15%	26.78	20.21	6.56



COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Las pruebas de límite de consistencia requieren LL, Lp e Ip.
- Los valores de Ip muestran una plasticidad limitada, ya que están por debajo del 50% (11.22% como máximo del ladrillo estabilizado).
- Los valores del IP sugieren arcillas, necesarias para la fabricación de ladrillos.
- Si bien es cierto que para determinar los límites de consistencia se necesita calcular el LL, el Lp y el IP.
- El valor que se encuentra por debajo del 50%, y específicamente por debajo del 11.22% de Ip, muestra una plasticidad mínima. Los valores de Ip se refieren a las arcillas, un ingrediente utilizado para fabricar ladrillos.

4.2.4. Pruebas para la clasificación de suelos, de las dosificaciones propuestas para la elaboración de ladrillos estabilizados

Los ladrillos se fabrican en base a una variedad de arcillas de grueso y fino grano, que se clasifican según el tipo de suelo:

Tabla 8

Resultados de la clasificación de suelos.

Nº	DESCRIPCIÓN	SUCS
1	Ladrillo artesanal.	CL – ML
2	Ladrillo estabilizado. Cemento 5% - arcilla 75% - Arena 20%	CL
3	Ladrillo estabilizado. Arena 30% - arcilla 60% - Cemento 10%	CL – ML
4	Ladrillo estabilizado. Arcilla 70% - Arena 15% - Cemento 15%	CL - ML

COMENTARIO DE PRODUCTOS:

- La clasificación del suelo fue a partir de las disposiciones SUCS.



- En todos los casos, se obtuvieron CL y ML.
- Los suelos CL y ML son arcillosos y limosos inorgánicos de baja plasticidad, respectivamente.
- La fabricación de ladrillos cerca de la salida de Arequipa en la localidad de Juliaca utiliza principalmente suelos CL y ML.

4.2.5. Cálculo de alabeo en ladrillos estabilizados desarrollados según la ntp 331 - 018

1. PROPUESTA “A”

Los ladrillos de la propuesta inicial tenían los siguientes parámetros:

- Material: 20 % arena, 75 % arcilla, 5 % cemento.
- Se indica la proporción en peso.
- Se utilizaron cuatro ladrillos estabilizados.
- Sus dimensiones eran de 23,00 x 9,00 x 12,00 cm.

Tabla 9

Resultado de la prueba de alabeo en ladrillos estabilizados - Propuesta “A”

Nº	DIMENSIONES (cm.)	DESCRIPCIÓN MUESTRA	PROMEDIO (mm)	E.070 (mm)
1	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04	Concavidad extrema	0.00	10
		Convexidad extrema	0.00	
2	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04	//	0.00	10
			0.00	
3	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04	//	0.00	10
			0.00	
4	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04	//	0.00	10
			0.00	

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- La prueba de alabeo del ladrillo estabilizado se ve afectada por la concavidad o convexidad de su superficie.
- Todos los valores numéricos son 0,00, lo que señala que los suelo son indistinguibles y horizontales.

- La norma E.070 limita como valor máximo a 10 mm.

2. PROPUESTA “B”

Los materiales de ladrillo estabilizado de la propuesta inicial tienen los siguientes parámetros, en donde se dispone de los porcentajes establecidos para la elaboración de la propuesta B, donde se podrá posteriormente evaluar sus propiedades mecánicas:

- 30 % arena, 60 % arcilla, 10 % cemento.
- Se indica la proporción en peso.
- Se utilizaron cuatro ladrillos estabilizados para su análisis.
- Las medidas estándar son 23,00 x 9,00 x 12,00 cm.

Tabla 10

Resultados de la prueba de alabeo en ladrillos estabilizados - Propuesta “B”

Nº	DIMENSIONES (cm.)	DESCRIPCIÓN MUESTRA	PROMEDIO (mm)	NORMA E.070 Albañilería (mm)
1	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.70X12.04.	concavidad extrema. convexidad extrema.	0.00 0.00	10
2	Ladrillo Estabilizado 22.94X9.08X12.70.	//	0.00 0.00	10
3	Ladrillo Estabilizado 23.10X9.10X12.66.	//	0.00 0.00	10
4	Ladrillo Estabilizado 23.02X9.10X12.66.	//	0.00 0.00	10

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- La prueba de alabeo del ladrillo estabilizado se ve afectada significativamente por la concavidad o convexidad de su superficie.
- Todos los valores numéricos son 0,00, lo que indica que las superficies de los ladrillos son horizontales.



- La E.070 limita los valores a 10 mm.

3. PROPUESTA “C”.

Las especificaciones de los insumos para la propuesta C de ladrillo estabilizado son las siguientes proporciones del material de arena, la cantidad de la arcilla y el porcentaje de cemento que se le agregara a la mezcla, para ver las modificaciones de las propiedades mecánicas de estos elementos para la construcción:

- Material: 15 % arena, 70 % arcilla, 15 % cemento.
- Se indica la proporción en peso.
- Se utilizaron cuatro ladrillos estabilizados para el análisis.
- Las medidas estándar son 23,00 x 9,00 x 12,00 cm.

Tabla 11

Resultados de la prueba de alabeo en ladrillos estabilizados - Propuesta “C”

Nº	DIMENSIONES (cm.)	DESCRIPCIÓN MUESTRA	PROMEDIO (mm)	NORMA E.070 Albañilería (mm)
1	Ladrillo Estabilizado. 23.05X8.72X12.04.	concavidad extrema. convexidad extrema.	0.00 0.00	10
2	Ladrillo Estabilizado. 23.05X8.72X12.04.	//	0.00 0.00	10
3	Ladrillo Estabilizado. 23.05X8.72X12.04.	//	0.00 0.00	10
4	Ladrillo Estabilizado. 23.05X8.72X12.04.	//	0.00 0.00	10

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- La prueba de deformación del ladrillo estabilizado se ve afectada por la concavidad o convexidad de su superficie.
- Todos los resultados son 0,00, lo que demuestra la horizontalidad total de la parte superficial inferior y superior, del elemento analizado sin abscisión.

- El valor máximo permitido según lo establecido por la E.070 es de 10 mm.

4.2.6. Análisis de resistencia a la compresión de ladrillos artesanales cocidos

Para evaluar la $F'c$ de los tipos de ladrillo estabilizado, se seleccionaron cinco ladrillos artesanales de fabricación local para la prueba mecánica más importante que es la $F'c$.

Los insumos para la fabricación de ladrillos artesanales incluyen: arcilla 63%, arena 37%.

Donde los resultados determinados se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 12

Resultados de la prueba de resistencia a la compresión de ladrillos artesanales

Nº	DETALLES	FECHA ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO ROTURA (kg/cm ²)	ROTURA E.0.70 (kg/cm ²)
1	Ladrillo Artesanal. Dimensiones - 23.05X8.70X12.04.	08/07/2025	282.94	14130.00	49.94	50
2	Ladrillo Artesanal. Dimensiones - 22.94X9.08X12.70.	08/07/2025	282.94	12090.00	42.73	50
3	Ladrillo Artesanal. Dimensiones - 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	282.92	14200.00	50.19	50
4	Ladrillo Artesanal. Dimensiones - 23.02X9.10X12.66.	08/07/2025	282.93	14800.00	52.31	50
5	Ladrillo Artesanal. Dimensiones - 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	282.92	14030.00	49.59	50
PROMEDIO					48.95	

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Se analizaron la resistencia a la compresión de cinco unidades de ladrillo artesanal seleccionadas al azar. La resistencia media a la fractura de los cinco componentes es $F'b = 48,95 \text{ kg/cm}^2$.
- La norma E.070 de Albañilería, exige una mínima resistencia a la compresión de $f'b = 50 \text{ kg/cm}^2$, con el cual se puede comparar los resultados obtenidos.

- La resistencia medio a la fractura es $<$ a la establecida en la norma E.070.

4.2.7. Análisis de resistencia a la compresión de ladrillos estabilizados

1. PROPUESTA "A"

Se seleccionaron 5 unidades de ladrillo estabilizado con 20 % de arena, 75 % de arcilla y 5 % de cemento.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 13

Resumen de la prueba de resistencia a la compresión del ladrillo estabilizado - Propuesta "A"

Nº	TAMAÑO	FECHA ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO ROTURA (kg/cm ²)	ROTURA E.0.70 (kg/cm ²)
1	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	12130.00	42.87	50
2	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	11460.00	40.50	50
3	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	12900.00	45.59	50
4	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	12120.00	42.84	50
5	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	12800.00	45.24	50
PROMEDIO					43.41	

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Los resultados coinciden con las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en cinco ladrillos estabilizados, $f'b$.
- La propuesta "A" indica que el ladrillo estabilizado tiene una $F'c$ promedio de $f'b = 43,41 \text{ kg/cm}^2$.
- Según la E.070, la mínima resistencia a la compresión es $f'b = 50 \text{ kg/cm}^2$.

- El ladrillo estabilizado con la proporción requerida de la propuesta "A", que contiene un 5 % de cemento como estabilizador, está un 13.18 % por debajo de la mínima resistencia establecida en la norma E.070 de Albañilería.

2. PROPUESTA "B"

Para lograr esto, se realizará la selección de 5 unidades de ladrillo estabilizado con 30 % de arena, 60 % de arcilla y 10 % de cemento.

Los resultados fueron:

Tabla 14

Resultados de la prueba de resistencia a la compresión del ladrillo estabilizado - Propuesta "B"

Nº	DIMENSIONES	FECHA ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO ROTURA (kg/cm ²)	ROTURA E.070 (kg/cm ²)
1	Ladrillo Estabilizados Dimensiones - 23.05X8.70X12.04.	08/07/2025	282.27	21100.00	74.75	50
2	Ladrillo Estabilizados Dimensiones - 22.94X9.08X12.70.	08/07/2025	282.94	22030.00	77.86	50
3	Ladrillo Estabilizados Dimensiones - 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	282.92	20110.00	71.08	50
4	Ladrillo Estabilizados Dimensiones - 23.02X9.10X12.66.	08/07/2025	282.95	21080.00	74.50	50
5	Ladrillo Estabilizados Dimensiones - 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	282.96	21830.00	77.15	50
PROMEDIO					75.07	

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Los resultados coinciden con las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en cinco ladrillos estabilizados, f'b.
- La propuesta "B" indica que el ladrillo estabilizado tiene una F'c media de f'b = 75,07 kg/cm².

- Para poder lograr cumplir con la norma E.070 de Albañilería, el valor debe alcanzar un mínimo resistencia de $f'b = 50 \text{ kg/cm}^2$.
- El ladrillo estabilizado con la proporción "B" con un 10 % de estabilizador de cemento supera el criterio en un 50.14 % más.

3. PROPUESTA "C"

Para ello, se seleccionaron cinco unidades de ladrillo estabilizado con un 70% de Arcilla - Arena 15% - Cemento 15%.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 15

Resultados de la prueba de resistencia a la compresión del ladrillo estabilizado - Propuesta "C"

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA ENSAYO	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO ROTURA (kg/cm ²)	ROTURA E.0.70 (kg/cm ²)
1	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	24090.00	85.14	50
2	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	25010.00	88.39	50
3	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	24960.00	88.22	50
4	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.94	25180.00	88.99	50
5	Ladrillo Estabilizado Dimensiones - 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	282.93	25240.00	89.21	50
PROMEDIO					87.99	

COMENTARIO DE RESULTADOS:

- La propuesta "C" indica que el ladrillo estabilizado tiene una resistencia media $F'b = 87,99 \text{ kg/cm}^2$.
- La norma E.070 de Albañilería especifica una resistencia mínima del ladrillo de $f'b = 50 \text{ Kg/cm}^2$.

- El ladrillo estabilizado con la propuesta "C" muestra que un 15% de estabilizador de cemento sobrepasa la resistencia a la compresión de la norma en un 75.98% más.

Tabla 16*Resumen de las pruebas de resistencia a compresión realizadas*

Nº	TAMAÑOS	ESFUERZO ROTURA (kg/cm ²)	VARIACIONES E.070 (kg/cm ²)
1	Ladrillo artesanal.	48.95	(-) 5 %
2	Ladrillo Estabilizado con 5 % cemento.	43.41	(-) 13.18 %
3	Ladrillo Estabilizado con 10 % cemento.	75.07	(+) 50.14 %
4	Ladrillo Estabilizado con 15 % cemento.	87.99	(+) 75.98 %
5	NORMA 070 ALBAÑILERÍA.	50.00	- . -

COMENTARIO DE LOS RESULTADOS:

- La resistencia a compresión límite $f'b = 50 \text{ kg/cm}^2$ se describe en la E.070.
- Los ladrillos estabilizados que económicamente son viables deben contener entre un 5 % y un 10 % de cemento para alcanzar con los criterios de la E.070.

4.2.8. Análisis de resultados de la prueba de absorción en ladrillo artesanal

La absorción del ladrillo lo hace útil para muros y cercas. Por lo tanto, se eligieron cinco ladrillos artesanales para la prueba ejecutada.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 17*Resultados de la prueba de absorción del ladrillo artesanal.*

Nº	DETALLES	FECHA ENSAYO	VOLÚMEN (cm ³)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN E.070 (%)
1	Ladrillo Artesanal. 23.05X8.70X12.04.	08/07/2025	2368.00	19.04	15
2	Ladrillo Artesanal. 22.94X9.08X12.70.	08/07/2025	2368.00	19.06	15



3	Ladrillo Artesanal. 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	2368.00	19.91	15
4	Ladrillo Artesanal. 23.02X9.10X12.66.	08/07/2025	2368.00	20.14	15
5	Ladrillo Artesanal. 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	2368.00	20.78	15
PROMEDIO				19.79	

COMENTARIO DE PRODUCTOS:

- Se eligieron 5 ladrillos artesanales para realizar la prueba.
- Los ladrillos artesanales absorben un promedio del 19,79%.
- El % de absorción según la E.070 es del 15%.
- Al adherirse al mortero, el ladrillo artesanal es más poroso, lo que facilita la ejecución de muros, pero se deteriora más en contacto con el agua.

4.2.9. Análisis de las pruebas de absorción en ladrillos estabilizados

1. PROPUESTA "A"

Por lo tanto, se eligieron 5 unidades estabilizados de ladrillos con un 20 % de arena, un 75 % de arcilla y un 5 % de cemento.

La norma de albañilería E.070 se siguió durante toda la investigación.

Se obtuvieron estos resultados:

Tabla 18

Resultado de la prueba de absorción de ladrillos estabilizados - Propuesta "A"

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA ENSAYO	VOLÚMEN (cm ³)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN E.070 (%)
1	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2734.00	18.14	15
2	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2734.00	18.59	15
3	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2734.00	18.54	15
4	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2734.00	19.07	15
5	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2734.00	19.11	15
PROMEDIO				18.69	



COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Se eligieron cinco ladrillos estabilizados, de la propuesta "A". Los materiales fueron 20 % arena, 75 % arcilla y 5 % cemento.
- La tasa media de absorción del ladrillo estabilizado fue del 18,69 %.
- La norma de Albañilería E.070 exige una absorción del 15 %.
- El ladrillo artesanal un 19,79 %.
- Debido a la porosidad de sus paredes, el ladrillo estabilizado absorbe más agua que la indicada en la norma y se deteriora rápidamente.

2. PROPUESTA "B"

Por lo tanto, se seleccionaron cinco ladrillos estabilizados con 30% de arena, 60% de arcilla y 10% de cemento.

El análisis se basó en la aplicación de las condiciones establecidas en la norma E.070.

Se obtuvieron estos resultados:

Tabla 19

Resultado de la prueba de absorción de ladrillos estabilizados - Propuesta "B"

Nº	DETALLES	FECHA ENSAYO	VOLÚMEN (cm ³)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN E.070 (%)
1	Ladrillo Estabilizados 23.05X8.70X12.04.	08/07/2025	2796.00	15.81	15
2	Ladrillo Estabilizados 22.94X9.08X12.70.	08/07/2025	2796.00	15.20	15
3	Ladrillo Estabilizados 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	2796.00	14.97	15
4	Ladrillo Estabilizados 23.02X9.10X12.66.	08/07/2025	2796.00	15.78	15
5	Ladrillo Estabilizados 23.10X9.10X12.66.	08/07/2025	2796.00	15.44	15
PROMEDIO				15.44	



COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Se seleccionaron cinco ladrillos estabilizados para la propuesta "B".
- Proporción de materiales para los ladrillos estabilizados: 30 % arena, 60 % arcilla, 10 % cemento.
- Los ladrillos estabilizados absorbieron un promedio del 15,44 %.
- La norma E.070 especifica una absorción del 15 %.
- El ladrillo artesanal absorbe un 19,79 %.

3. PROPUESTA "C"

Por lo tanto, se seleccionaron cinco ladrillos estabilizados con 15 % arena, 70 % arcilla y 15 % de cemento.

El análisis se basó en la aplicación de las condiciones establecidas en la norma E.070, donde se obtuvieron estos resultados:

Tabla 20

Resultado de la prueba de absorción de ladrillos estabilizados - Propuesta "C"

N°	DETALLES	FECHA ENSAYO	VOLÚMEN (cm ³)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN E.070 (%)
1	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2672.00	13.31	15
2	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2672.00	14.42	15
3	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2672.00	14.01	15
4	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2672.00	13.64	15
5	Ladrillo Estabilizado 23.05X8.72X12.04.	08/07/2025	2672.00	14.42	15
PROMEDIO				13.96	



COMENTARIO DE PRODUCTOS:

- Se seleccionaron 5 ladrillos estabilizados de la propuesta "C".
- Los ladrillos estabilizados incluían 15 % arena, 70 % arcilla y 15 % cemento.
- El ladrillo estabilizado absorbió un promedio del 13,96 %.
- La E.070 requiere una absorción del 15 %.
- El ladrillo artesanal absorbe un 19,79 %. El ladrillo estabilizado está ligeramente por debajo de la E.070, comparando estos dos resultados se puede ver que estos dos ladrillos difieren en la propiedad de absorción.

4.2.10. Análisis de resultados de pruebas de succión en ladrillo artesanal

Por lo tanto, se eligieron cinco ladrillos artesanales para el análisis. La succión de los ladrillos es crucial para la ejecución de muros y cercas.

Se presentan los resultados que a continuación se muestran:

Tabla 21

Resultados de la prueba de succión en ladrillos artesanales

ESPÉCIMEN	P1 gr	P2 gr	Área Cm ²	SUCCIÓN gr/200 cm ² min	SUCCIÓN E.070 (gr/200 cm ²)
1	3670	3789	282.94	84.12	85
2	3584	3702	282.94	83.41	85
3	3612	3740	282.94	90.48	85
4	3525	3645	282.94	84.82	85
5	3616	3728	282.94	79.17	85
PROMEDIO FINAL				84.40	85



COMENTARIO DE RESULTADOS:

- Se eligieron 5 ladrillos artesanales de la zona de producción artesanal.
- La tasa de succión media para los ladrillos artesanales es de 84,40 g/200 cm²/min.
- La E.070 exige una tasa de succión de 85 g/200 cm²/min.
- Se puede demostrar que los ladrillos artesanales tienen una succión menor que la norma E.070 durante la construcción de muros.

4.2.11. Análisis de resultados de la prueba de succión en ladrillos estabilizados

1. PROPUESTA “A”

Por lo tanto, se seleccionaron cinco ladrillos estabilizados con 20 % de arena, 75 % de arcilla y 5 % de cemento.

El análisis se basó en la aplicación de las condiciones establecidas en la norma E.070.

Los resultados se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 22

Resultado del ensayo de succión de ladrillos estabilizados, Propuesta - A

MUESTRA	P1 Gr	P2 gr	Área Cm ²	SUCCIÓN gr/200 cm ² min	SUCCIÓN NORMA E.070 Albañilería (gr/200 cm ²)
1	4463	4598	282.94	95.43	85
2	4610	4748	282.94	97.55	85
3	4652	4781	282.94	91.19	85
4	4578	4708	282.94	91.89	85
5	4787	4917	282.94	91.89	85
PROMEDIO FINAL				93.59	



COMENTARIO DE PRODUCTOS:

- Se seleccionaron 5 ladrillos estabilizados de la propuesta, "A".
- Los insumos para la elaboración del ladrillo estabilizado fueron 20 % de arena, 75 % de arcilla y 5 % de cemento.
- El ladrillo estabilizado estuvo compuesto por, 20 % de arena, 75 % de arcilla y 5 % de cemento.
- La norma E.070 requiere una tasa de succión de 85 g/200 cm²/min.
- El ladrillo artesanal tiene un valor se succión de 84,40 g por 200 cm².
- Una estabilización más efectiva de los ladrillos con la propuesta "A" mejora la absorción del ladrillo.

2. PROPUESTA "B"

Por lo tanto, se seleccionaron 5 ladrillos estabilizados con 30 % de arena, 60 % de arcilla y 10 % de cemento.

Durante toda la investigación se siguió las especificaciones de la norma E.070. Los resultados son los siguientes:

Tabla 23

Resultado del ensayo de succión de ladrillos estabilizados, Propuesta - B

MUESTRA	P1 Gr	P2 Gr	Área Cm ²	SUCCIÓ N gr/200 cm ² min	SUCCIÓ N E.070 (gr/200 cm ²)
1	4790	4912	282.94	86.24	85
2	4725	4849	280.94	87.65	85
3	4801	4931	290.94	91.89	85
4	4731	4860	288.94	91.19	85
5	4718	4845	286.94	89.77	85
PROMEDIO FINAL				89.35	

COMENTARIO DE LOS RESULTADOS:

- Se seleccionaron 5 ladrillos estabilizados para la propuesta "B".



- Relación de materiales del ladrillo estabilizado: 30% arena, 60% arcilla, 10% cemento.
- La tasa de succión estándar del ladrillo fue de 89,35 g/200 cm²/min.
- El código E.070 de la norma, requiere una tasa de succión de aproximadamente 85 g/200 cm²/min.
- El ladrillo artesanal de la localidad de Juliaca tiene una succión de 84,40 g por 200 cm².
- El ladrillo estabilizado en "B" tiene un nivel de succión similar al de la dispuesta por la E.070.

3. PROPUESTA “C”

Por lo tanto, se seleccionaron cinco ladrillos estabilizados con 15 % arena, 70 % arcilla y 15 % cemento.

La investigación necesariamente se basó en la norma E.070 de Albañilería.

Los resultados son los siguientes:

Tabla 24

Resultado del ensayo de succión de ladrillos estabilizados, Propuesta - C

MUESTRA	P1 Gr	P2 gr	Área Cm ²	SUCCIÓN gr/200 cm ² min	SUCCIÓN NORMA E.070 Albañilería (gr/200 cm ²)
1	4693	4796	282.94	72.81	85
2	4769	4869	282.94	70.69	85
3	4802	4909	282.94	75.63	85
4	4728	4820	282.94	65.03	85
5	4822	4928	282.94	74.93	85
FINAL PROMEDIO				71.82	



COMENTARIO DE PRODUCTOS:

- Se realizó la selección de 5 ladrillos estabilizados elaborados con la propuesta "C".
- Los ladrillos estabilizados incluían 15 % de arena, 70 % de arcilla y 15 % de cemento.
- El ladrillo estabilizado presentó una tasa de succión media de 71,82 g/200 cm²/min.
- La disposición de la norma E.070 exige una tasa de succión de 85 g/200 cm²/min.
- Las unidades de los ladrillos artesanales tienen una tasa de succión de 84,40 g/200 cm².
- El ladrillo estabilizado con la propuesta "C" presenta una tasa de succión deficiente en comparación con lo establecido en la norma de la E.070, lo que dificulta el empleo de estas unidades estabilizadas en la ejecución.

4.3. Comparación de las características mecánicas del ladrillo artesanal y el ladrillo estabilizado

A continuación, empleando la norma E.070, contrastamos las características mecánicas del ladrillo estabilizado y el ladrillo artesanal.

Tabla 25

Comparación de las características mecánicas del ladrillo artesanal y el ladrillo estabilizado

ASPECTOS	E.070	ARTESANAL LADRILLO	LADRILLO ESTABILIZADO		
			PROPUESTA "A"	PROPUESTA "B"	PROPUESTA "C"
RESISTENCIA (kg/cm ²)	50.00	48.95	43.41	75.07	87.99



DENSIDAD (gr/cm ³)	1.6	1.50	1.60	1.65	1.70
TIPO DE SUELO:	CL - ML	CL - ML	CL	CL - ML	CL - ML
ALABEO SUPERIOR (mm)	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALABEO INFERIOR (mm)	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ABSORCIÓN (%)	15.00	19.79	18.69	15.44	13.96
SUCCIÓN Gr/200 cm ² min.	85.00	84.40	93.59	89.35	71.82

4.4. Discusión de resultados de las características mecánicas del ladrillo estabilizado

Resistencia A La Compresión

Las pruebas de resistencia a la compresión en la elaboración de ladrillos estabilizados mostraron que la propuesta "B", que empleaba un 10 % de cemento estabilizador, superó el requisito de la norma de Albañilería E.070, visualizada en la tabla 32).

Densidad

Las densidades de los ladrillos estabilizados para las propuestas "A", "B" y "C" superaron el valor de la E.070.

Tipo De Suelos

SUCS define los materiales del ladrillo artesanal y el estabilizado como CL y ML, los cuales contenían estas características.

Alabeo En Unidades De Albañilería

La deformación, tanto superior como inferior, fue de 0,00 mm para los bloques estabilizados probados con la máquina de compresión.



Absorción

El porcentaje de absorción de la propuesta A y B, están por encima del porcentaje de absorción que la norma E.070 establece, sin embargo, la propuesta C, está por debajo del porcentaje establecido en la norma E.070.

Succión

La tasa de succión de la propuesta A y B, están por encima de la tasa de succión que la norma E.070 establece, sin embargo, la propuesta C, está por debajo de la tasa de succión establecido en la norma E.070.



CONCLUSIONES

1. La evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento permitió demostrar que este material presenta un desempeño significativamente superior al del ladrillo artesanal tradicional empleado en la provincia de San Román. Los ensayos realizados evidenciaron mejoras notorias en la resistencia a la compresión, una disminución en la absorción de agua y una mayor uniformidad dimensional, atributos que responden positivamente al incremento controlado del porcentaje de cemento en la mezcla. Estos resultados confirman que el ladrillo estabilizado con cemento es técnicamente viable para su producción local y constituye una alternativa eficiente para optimizar la calidad de los materiales de construcción en la provincia de San Román.
2. La evaluación de los diferentes porcentajes de cemento en la mezcla permitió determinar que el contenido de cemento influye de manera directa y significativa en las características físicas del ladrillo estabilizado. A medida que se incrementó el porcentaje de cemento, los ladrillos mostraron mayor densidad, menor absorción de agua y mejor uniformidad dimensional. Las proporciones de material para un ladrillo estabilizado que cumple con las disposiciones de las características físicas según la Norma E.070 de Albañilería son: 60 % arcilla, 30 % arena, 10 % cemento; 75 % arcilla, 15 % arena, 15 % cemento.
3. Los resultados muestran que los ladrillos estabilizados tienen mejores propiedades mecánicas que los ladrillos hechos a mano y cumplen con la Norma de Albañilería E.070: Los ladrillos estabilizados tienen una resistencia a la compresión de 48,95 a 87,99 kg/cm², una absorción de 19,79 % a 13,96 % y una deformación constante de



0,00 mm. La succión varía de 84.40 g/200 cm²/min a 71.82 g/m² para ladrillos estabilizados.

4. La comparación de los resultados obtenidos con los valores del ladrillo artesanal y los parámetros establecidos en las normas técnicas vigentes permitió comprobar que el ladrillo estabilizado con cemento presenta un desempeño significativamente superior en términos de resistencia, absorción de agua y uniformidad dimensional. Los ladrillos estabilizados no solo superaron ampliamente los valores característicos del ladrillo artesanal local, sino que además cumplieron con los estándares mínimos exigidos por la normativa E.070 de Albañilería.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar la producción de ladrillos estabilizados con cemento en la provincia de San Román, estandarizando el porcentaje óptimo de cemento y los procesos de mezcla, compactación y curado, con el fin de garantizar la calidad obtenida en los ensayos.
2. Se recomienda capacitar a los productores locales en técnicas de estabilización y control de calidad, para asegurar que el ladrillo fabricado mantenga niveles adecuados de resistencia, absorción y uniformidad dimensional. La adopción de este tipo de ladrillo contribuirá a mejorar la seguridad y durabilidad de las construcciones en la provincia de San Román, además de promover una producción más eficiente y tecnificada.
3. Se recomienda adoptar y estandarizar las proporciones de mezcla identificadas como óptimas 60 % arcilla, 30 % arena y 10 % cemento; así como 75 % arcilla, 15 % arena y 15 % cemento para la producción de ladrillos estabilizados en la provincia de San Román, debido a que estas combinaciones cumplen con las características físicas exigidas por la Norma E.070 de Albañilería.
4. Se sugiere implementar controles rigurosos en la dosificación de los materiales, la homogenización de la mezcla, la compactación y el proceso de curado, con el fin de garantizar la uniformidad y calidad del producto final.
5. Se recomienda proponer la estabilización del ladrillo con cemento como una alternativa técnica viable para la producción local en la provincia de San Román, debido a la mejora significativa de las propiedades mecánicas, especialmente la resistencia a la compresión, en comparación con el ladrillo convencional de arcilla no estabilizada.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Héctor Gallegos Vargas (1991). Albañilería Estructural. Lima: Fondo Editorial PUCP. 2da edición.

Ángel San Bartolomé Ramos (1994). Construcciones de Albañilería, Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Lima: Fondo Editorial PUCP. 1era edición.

Gallegos, Ríos, Casabonne, Ucelli, Icochea, Arango (1977). Estudio Integral de la Construcción con Albañilería: en busca de una solución económica para la vivienda multifamiliar. Lima. S.ED.

Elena Sánchez Borea (1982). Estudio de la Variabilidad en la calidad de los ladrillos producidos en la ciudad de Lima. Lima: Tesis PUCP.

Karl Splinger (1954). Defectos en la Fabricación de Ladrillos y Tejas: Causas y Medios a aplicar para evitarlos. Barcelona: Editorial Reverté.

Eloy Robusté (1969). Técnica y Práctica de la Industria Ladrillera II. Barcelona: Ediciones CEAC.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y Sencico (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.070 "Albañilería". Lima. Gráfica El Porvenir S.A.

INDECOPI 2006. Normas Técnicas Peruanas. Lima: INDECOPI NTP 399.613- 2005; NTP 399.605-2003; NTP 399.621-2004.

Córdova, Carlos (1994). Vulnerabilidad Sísmica de la ciudad de Huánuco: Tesis de Grado UNHEVAL.



Félix, Hugo (2000). Unidades de Albañilería de arcilla cocida en Huánuco. Huánuco: Tesis de Grado UNHEVAL.

Fontana, Alejandro (1999). Evaluación de las características Estructurales de la Albañilería Producida con Unidades Fabricadas en la Región Grau-Piura. Lima: Tesis de Maestría PUCP.

Aguirre, Dionisia (2004). Evaluación de las características Estructurales de la Albañilería Producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junín. Lima: Tesis de Maestría PUCP.

Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun y Wilson Silva (2011). Diseño y Construcción de Estructuras Sismoresistentes de Albañilería. Lima: Fondo Editorial PUCP. 1era edición.

Barranzuela, J. 2014. Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Piura, Perú. Universidad de Piura. 87 p.

Clews, F.H. 1969. Heavy clay technology (2ª). New York: Academic Press.

Del Busto, A. 1991. La arcilla aplicada en la industria de la construcción para la fabricación de ladrillos y acabados cerámicos. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

Del Río, J. 1975. Materiales de construcción (4ª). Barcelona: Juan Bruguer.

Fernández, Y.K. 2010. Estudio de la Influencia del Tipo de arcilla en las características técnicas del ladrillo. Santa Bárbara – Cajamarca. Tesis Mag. En Ciencias. Cajamarca, Perú. Universidad nacional de Cajamarca. 188 p.



Gallegos, H. 2000. Albañilería estructural. Perú: Fondo editorial PUCP.

Kohl, A., & Bastian, K. 1978. Tratado moderno de albañilería (2ª). Barcelona: José Montesó.

Marchena, J. 2004. Albañilería estructural. Universidad nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. S/E. Cajamarca, Perú.

Moreno, F. 1981. El ladrillo en la construcción. España: Ediciones CEAC.

Norma Técnica Peruana. 2003. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. (NTP 331.017:2003). Lima: INDECOPI.

UNIFICACIÓN DE NORMATIVAS ESPAÑOLAS. (2003). Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería-Parte 1: Piezas de arcilla cocida, UNE EN 771-1. España.



ANEXOS



ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

LINEA DE INVESTIGACION: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

RESPONSABLE: Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<p>Problema General Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento, con el fin de determinar su viabilidad y optimizar su producción en la provincia de San Román.</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cómo será la influencia en las propiedades físicas de los ladrillos elaborados con la adición de cemento?</p> <p>¿Cómo son las propiedades mecánicas que presentan los ladrillos elaborados con la adición de cemento?</p> <p>¿Cuál es la diferencia entre la propiedad mecánica de los ladrillos elaborados con la adición cemento y los ladrillos artesanales?</p>	<p>Objetivo General Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento, con el fin de determinar su viabilidad y optimizar su producción en la provincia de San Román.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la influencia de diferentes porcentajes de cemento en la mezcla sobre las características físicas del ladrillo estabilizado.</p> <p>Determinar la influencia de diferentes porcentajes de cemento en la mezcla sobre la resistencia mecánica del ladrillo estabilizado.</p> <p>Comparar los resultados obtenidos con el ladrillo artesanal y la norma técnica vigentes para establecer si el ladrillo estabilizado cumple los estándares requeridos para su producción.</p>	<p>Hipótesis General Las propiedades mecánicas del ladrillo estabilizado con cemento para su producción en la provincia de San Román mejoran relativamente en función al porcentaje de cemento adicionado.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>La adición de cemento en la mezcla de fabricación incrementará significativamente las propiedades físicas de los ladrillos, mejorando su densidad, disminuyendo su absorción de agua y aumentando su resistencia frente a esfuerzos mecánicos.</p> <p>El aumento del porcentaje de cemento en la mezcla producirá una mejora significativa en la resistencia mecánica del ladrillo estabilizado, presentando mayores valores de resistencia a la compresión a medida que se incrementa la cantidad de cemento.</p> <p>Los ladrillos estabilizados con cemento presentarán propiedades mecánicas superiores a las del ladrillo artesanal y cumplirán con los requisitos establecidos por las normas técnicas vigentes.</p>	<p>Variable Independiente. V1 Porcentaje de cemento en la mezcla del ladrillo estabilizado. Dimensiones: Dosificación del cemento en la mezcla.</p> <p>Variable Dependiente. V2 Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo estabilizado. Dimensiones: -Propiedades físicas. -Propiedades mecánicas.</p> <p>Variables Interviniente. V3 Condiciones de fabricación del ladrillo. Dimensiones: Proceso de elaboración del ladrillo.</p>	<p>Tipo Aplicada</p> <p>Nivel Explicativa</p> <p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Diseño Cuasi Experimental</p> <p>Población y muestra</p> <p>Población Para el desarrollo de este trabajo de investigación la población incluye ladrilleras artesanales de la provincia de San Román que fabrican ladrillos manualmente sin tecnología.</p> <p>Muestra Se utilizará muestra no probabilística por conveniencia, ya que se seleccionarán los ladrillos que puedan ser producidos y ensayados dentro del tiempo y recursos disponibles para la investigación. Ladrillos artesanales Ladrillos estabilizados con cemento: con distintos porcentajes de cemento de 5 %, 10 % y 15 %) con cinco repeticiones por cada mezcla para análisis mecánico. Esto permite evaluar la influencia del cemento en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de manera comparativa.</p>

ANEXO 2

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1. Extracción de material arcilloso para la elaboración de ladrillos estabilizados con cemento.



DESCRIPCION: La imagen documenta el proceso de extracción y toma de muestras de suelo directamente en cantera.

Fotografía 2. Presentación y Análisis granulométrico de la muestra.



DESCRIPCION: La imagen registra la etapa de caracterización física de los agregados mediante un análisis granulométrico por tamizado en laboratorio.

Fotografía 3. Determinación del Contenido de humedad de la muestra.



DESCRIPCION: Corresponde a la etapa de exploración y muestreo de suelos en cantera, donde se realiza la extracción manual de material virgen para su caracterización en laboratorio.

Fotografía 4. Determinación de los Límites de consistencia de la muestra.



DESCRIPCION: la imagen correspondiente se esta hallando el limite de consistencia para así poder realizar el ensayo respectivo.

Fotografía 5. Unidades de ladrillo artesanal para evaluación de propiedades mecánicas.



DESCRIPCION: La imagen presenta un lote de unidades de albañilería de arcilla cocida (ladrillos convencionales), caracterizadas por su coloración rojiza heterogénea producto del proceso de cocción en horno y una textura superficial rugosa con porosidad visible.

Fotografía 6. Proceso de separación de materiales para la mezcla de ladrillo.



DESCRIPCION: Esta imagen documenta el proceso de preparación y homogeneización de la mezcla para la fabricación de ladrillos experimentales en campo. Se observa al operario realizando el tendido y selección manual del material sobre mantas, utilizando balanzas portátiles y carretillas para el control de dosificación por peso.

Fotografía 7. Materiales utilizados en la mezcla para el diseño de ladrillo estabilizado.



DESCRIPCION: Esta fase muestra la dosificación y pesaje de insumos (cemento, arcilla, tierra y arena) mediante una balanza de precisión para el diseño de mezclas. El ordenamiento y rotulado de los agregados asegura un control estricto de las proporciones experimentales antes del mezclado.

Fotografía 8. Proporciones de los materiales en la mezcla según los porcentajes establecidos.



DESCRIPCION: Esta imagen muestra el proceso de mezclado manual y homogeneización de los componentes (suelo y cemento) en recipientes plásticos para asegurar una distribución uniforme de partículas.

Fotografía 9. Proceso de combinación para la estabilización suelo cemento.



DESCRIPCION: Esta imagen muestra el proceso final de moldeo y compactación mecánica de los ladrillos ecológicos mediante una prensa manual, asegurando la densificación de la mezcla previo a su fraguado.

Fotografía 10. Colocación de la masa para la producción de ladrillo estabilizado.



DESCRIPCION: Esta imagen muestra la fase de alimentación y carga de la mezcla dosificada dentro del molde de la prensa manual para proceder con la compactación mecánica de los ladrillos ecológicos.

Fotografía 11. Proceso de compactación del ladrillo estabilizado.



DESCRIPCION: Esta imagen muestra la extracción y desmolde manual de la unidad de albañilería ecológica tras completar el ciclo de compactación mecánica en la prensa.

Fotografía 12. Proceso de curado del ladrillo estabilizado.



DESCRIPCION: Esta imagen muestra la fase de acopio y curado inicial de las unidades de albañilería terminadas, dispuestas ordenadamente sobre una superficie nivelada tras el proceso de prensado manual.

Fotografía 13. Verificación de las dimensiones del ladrillo estabilizado.



DESCRIPCION: Esta imagen documenta la fase de control de calidad dimensional y visual de las unidades de albañilería terminadas para verificar su integridad física antes del proceso de curado final.

Fotografía 14. Producción de ladrillos estabilizados con cemento.



DESCRIPCION: La imagen ilustra la fase de exhibición y control de calidad de un lote de 15 unidades de albañilería experimentales, identificadas técnicamente en el rótulo como "Ladrillo Ecológico"

Fotografía 15. Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos estabilizados.



DESCRIPCION: La imagen presenta un ensayo de resistencia mecánica a la compresión de una unidad de albañilería (ladrillo), realizado mediante una prensa hidráulica digital equipada con una unidad de control electrónica para el registro de carga y deformación.



ANEXO 3
CERTIFICADOS DE LABORATORIO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

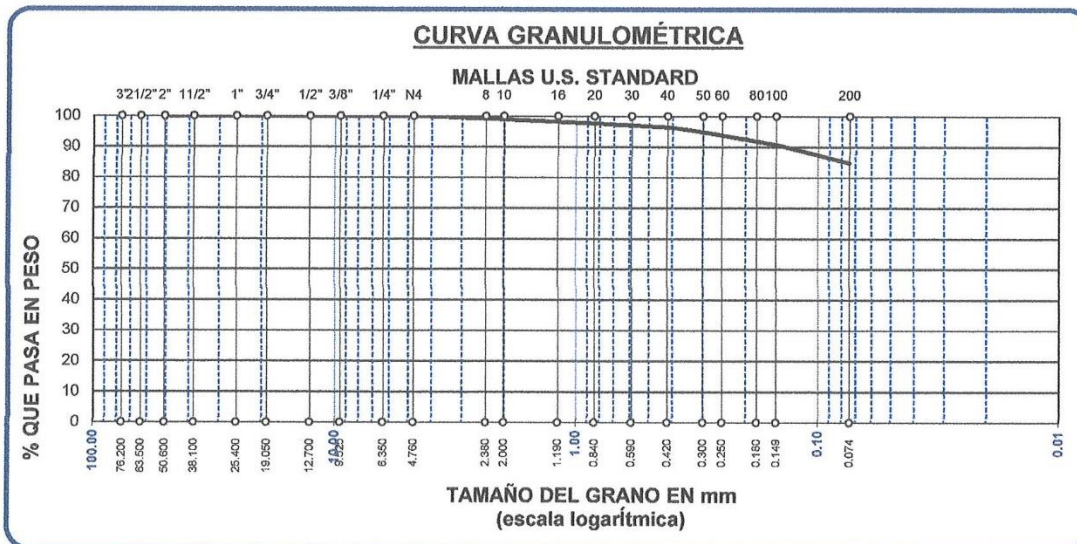
SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MAXIMO:
3"	76.200					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500					P.I.= 500.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	P.L.= 91.61
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	P.P.= 408.39
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	% W = 12.31
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 28.15
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 22.43
1/4"	6.350					I.P.= 5.72
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380					D10= --- Cu= ---
No10	2.000	6.32	1.05	1.05	98.95	D30= --- Cc= ---
No16	1.190					D60= ---
No20	0.840	8.15	1.36	2.41	97.59	CLASIFICACIÓN:
No30	0.590					I.G. =
No40	0.420	7.21	1.20	3.61	96.39	SUSCS : CL - ML
No 50	0.300	9.23	1.54	5.15	94.85	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	25.10	4.18	9.34	90.67	
No200	0.074	35.60	5.93	15.27	84.73	
BASE		408.39	68.07	83.33	16.67	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA						



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFEATURA

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

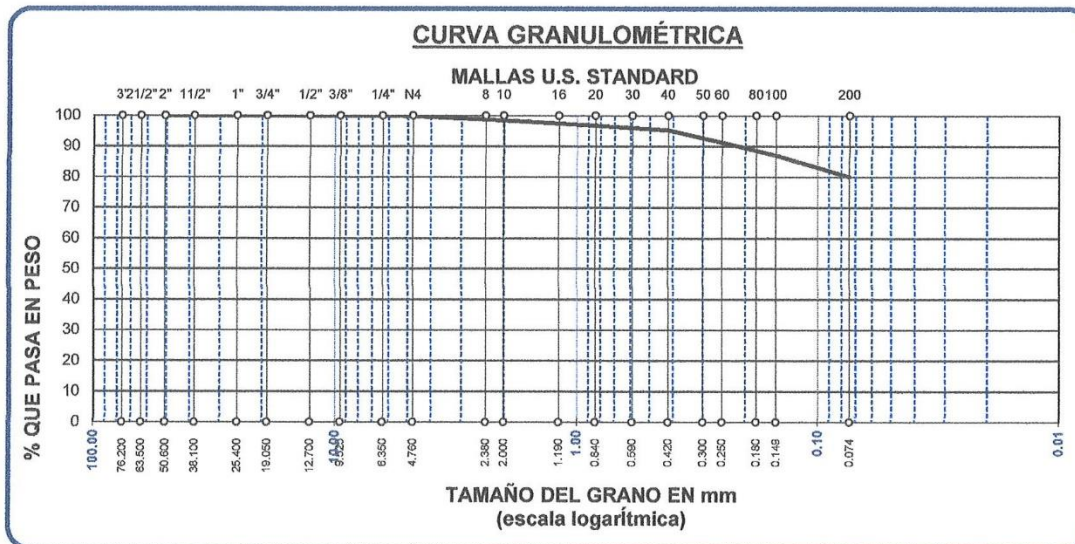
SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ESTABILIZADO 20% ARENA - 75% ARCILLA - 5% CEMENTO

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	76.200					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500					P.I.= 500.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	P.L.= 118.99
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	P.P.= 381.01
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	% W = 10.34
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 29.72
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 18.50
1/4"	6.350					I.P.= 11.22
No4	4.760	1.20	0.24	0.24	99.76	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.380					D10= --- Cu= ---
No10	2.000	8.10	1.35	1.59	98.41	D30= --- Cc= ---
No16	1.190					D60= ---
No20	0.840	10.15	1.69	3.27	96.73	CLASIFICACIÓN:
No30	0.590					I.G. =
No40	0.420	9.34	1.56	4.83	95.17	SUSCS : CL
No 50	0.300	15.20	2.53	7.35	92.65	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	33.60	5.60	12.94	87.06	
No200	0.074	42.60	7.10	20.02	79.98	
BASE		381.01	63.50	83.37	16.63	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		76.20				



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310368



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

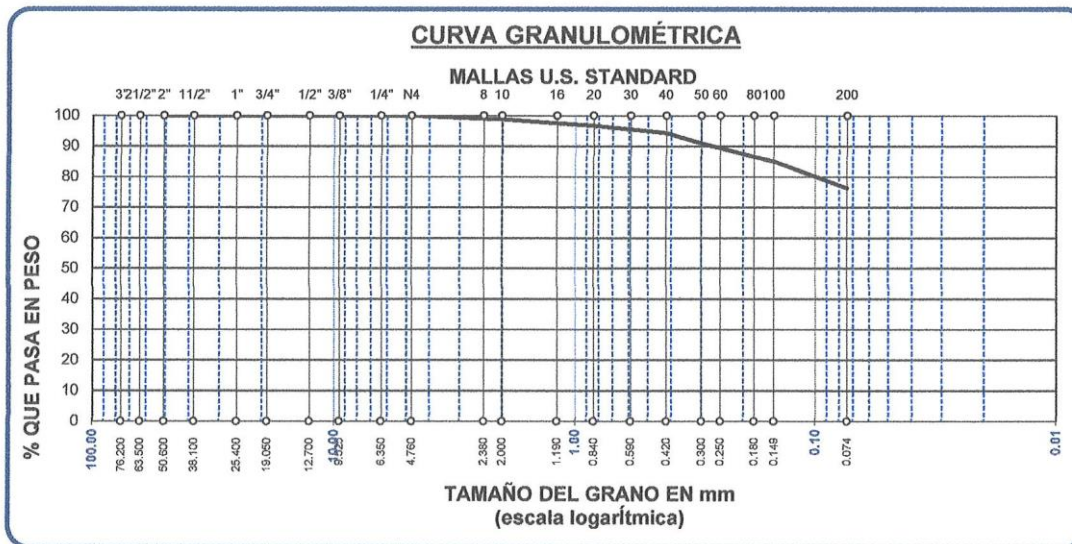
SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ESTABILIZADO 30% ARENA - 60% ARCILLA - 10% CEMENTO

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					P.I.= 500.00
2 1/2"	63.500					P.L.= 141.86
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	P.P.= 358.14
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	% W = 9.24
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 25.44
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 20.53
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P.= 4.91
1/4"	6.350					CHARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.760	0.32	0.06	0.06	99.94	D10= --- Cu= ---
No8	2.380					D30= --- Cc= ---
No10	2.000	7.10	1.18	1.25	98.75	D60= ---
No16	1.190					CLASIFICACIÓN:
No20	0.840	12.62	2.10	3.35	96.65	I.G. =
No30	0.590					SUSCS : CL-ML
No40	0.420	14.32	2.39	5.73	94.27	
No 50	0.300	20.10	3.35	9.08	90.92	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	35.62	5.94	15.01	84.99	
No200	0.074	52.10	8.68	23.69	76.31	
BASE		358.14	59.69	83.34	16.66	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA					71.63	



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

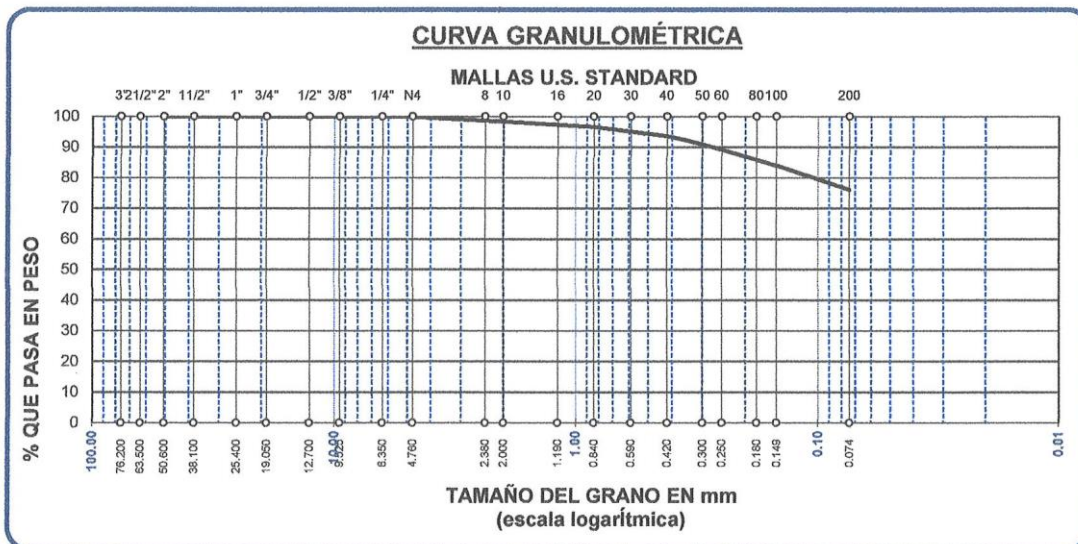
SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ESTABILIZADO 30% ARENA - 35% ARCILLA - 20% TIERRA - 15% CEMENTO

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					P.I.= 500.00
2 1/2"	63.500					P.L.= 142.91
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	P.P.= 357.09
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	% W = 7.51
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 26.78
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 20.21
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P.= 6.56
1/4"	6.350					CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.760	0.85	0.17	0.17	99.83	D10= ---- Cu= ----
No8	2.380					D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	9.15	1.53	1.69	98.31	D60= ----
No16	1.190					CLASIFICACIÓN:
No20	0.840	10.62	1.77	3.46	96.54	I.G. =
No30	0.590					SUSCS : CL-ML
No40	0.420	18.10	3.02	6.47	93.53	
No 50	0.300	16.37	2.73	9.19	90.81	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	41.05	6.84	16.02	83.98	
No200	0.074	47.62	7.94	23.95	76.05	
BASE		357.09	59.52	83.36	16.64	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		71.42				



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIF 103257

B. N° 006-00310368



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



TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	311.50
SUELO SECO + TARRO	gr	283.40
PESO DEL TARRO	gr	55.10
PESO DEL AGUA	gr	28.10
PESO DEL SUELO SECO	gr	228.30
HUMEDAD %	%	12.31

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.59	31.62
SUELO SECO + TARRO	gr	28.02	26.64
PESO DEL TARRO	gr	7.55	9.06
PESO DEL AGUA	gr	5.57	4.98
PESO DEL SUELO SECO	gr	20.47	17.58
HUMEDAD %	%	27.21	28.33
N° DE GOLPES		28	28

LÍMITE PLASTICO

1	2
19.88	20.60
17.35	18.03
6.28	6.35
2.53	2.57
11.07	11.68
22.85	22.00

LÍMITE LIQUIDO % : 28.15 **LÍMITE PLASTICO %** : 22.43

INDICE PLASTICO % : 05.72

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



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



TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ESTABILIZADO 20% ARENA - 75% ARCILLA - 5% CEMENTO

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	315.60
SUELO SECO + TARRO	gr	291.00
PESO DEL TARRO	gr	53.20
PESO DEL AGUA	gr	24.60
PESO DEL SUELO SECO	gr	237.80
HUMEDAD %	%	10.34

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.49	28.74
SUELO SECO + TARRO	gr	26.21	24.18
PESO DEL TARRO	gr	7.60	9.11
PESO DEL AGUA	gr	5.28	4.56
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.61	15.07
HUMEDAD %	%	28.37	30.26
N° DE GOLPES		28	28

LÍMITE PLASTICO

4	5
20.28	20.73
18.11	18.47
6.28	6.35
2.17	2.26
11.83	12.12
18.34	18.65

LÍMITE LIQUIDO % : 29.72 **LÍMITE PLASTICO %** : 18.50

INDICE PLASTICO % : 11.22

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



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



TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ESTABILIZADO 30% ARENA - 60% ARCILLA - 10% CEMENTO

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	298.10
SUELO SECO + TARRO	gr	277.30
PESO DEL TARRO	gr	52.30
PESO DEL AGUA	gr	20.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	225.00
HUMEDAD %	%	9.24

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.48	33.65
SUELO SECO + TARRO	gr	30.05	28.42
PESO DEL TARRO	gr	7.65	8.97
PESO DEL AGUA	gr	5.43	5.23
PESO DEL SUELO SECO	gr	22.40	19.45
HUMEDAD %	%	24.24	26.89
N° DE GOLPES		24	24

LÍMITE PLASTICO

8	9
21.78	22.53
19.13	19.80
6.32	6.40
2.65	2.73
12.81	13.40
20.69	20.37

LÍMITE LIQUIDO % : 25.44 **LÍMITE PLASTICO %** : 20.53

INDICE PLASTICO % : 04.91

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO N.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA - PERÚ
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



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



TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

MUESTRA : LADRILLO ESTABILIZADO 30% ARENA - 35% ARCILLA - 20% TIERRA - 15% CEMENTO

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	306.40
SUELO SECO + TARRO	gr	288.60
PESO DEL TARRO	gr	51.70
PESO DEL AGUA	gr	17.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	236.90
HUMEDAD %	%	7.51

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		M	N
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.90	32.68
SUELO SECO + TARRO	gr	29.55	27.32
PESO DEL TARRO	gr	7.81	8.80
PESO DEL AGUA	gr	5.35	5.36
PESO DEL SUELO SECO	gr	21.74	18.52
HUMEDAD %	%	24.61	28.94
N° DE GOLPES		25	25

LÍMITE PLASTICO

X	Z
22.03	26.15
19.25	23.00
6.29	6.40
2.78	3.15
12.96	16.60
21.45	18.98

LÍMITE LIQUIDO % : **26.78** **LÍMITE PLASTICO %** : **20.21**

INDICE PLASTICO % : **06.56**

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.604

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL y PROPUESTA A - (23.00 cm X 12.00 cm X 9.00 cm)

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL

MUESTRA	DIMENSIÓN (Largo x Ancho)	P1	P2	Area	Succión
		gr.	gr.	Cm2	gr/200 cm2 min
1	23.85 X 12.91 cm	3670	3789	282.94	84.12
2	23.85 X 12.91 cm	3584	3702	282.94	83.41
3	23.85 X 12.91 cm	3612	3740	282.94	90.48
4	23.85 X 12.91 cm	3525	3645	282.94	84.82
5	23.85 X 12.91 cm	3616	3728	282.94	79.17
PROMEDIO FINAL					84.40

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA A - CON 5% DE CEMENTO

MUESTRA	DIMENSIÓN (Largo x Ancho)	P1	P2	Area	Succión
		gr.	gr.	Cm2	gr/200 cm2 min
1	23.85 X 12.91 cm	4463	4598	282.94	95.43
2	23.85 X 12.91 cm	4610	4748	282.94	97.55
3	23.85 X 12.91 cm	4652	4781	282.94	91.19
4	23.85 X 12.91 cm	4578	4708	282.94	91.89
5	23.85 X 12.91 cm	4787	4917	282.94	91.89
PROMEDIO FINAL					93.59

P1 Peso de la unidad después de secar en estufa
P2 Peso de la unidad en gr. Luego de haberle sometido con película de agua.

OBSERVACIONES :

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310368



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.604

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA B y C - (23.00 cm X 12.00 cm X 9.00 cm)

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA B - CON 10% DE CEMENTO

MUESTRA	DIMENSIÓN (Largo x Ancho)	P1	P2	Area	Succión
		gr.	gr.	Cm2	gr/200 cm2 min
1	23.85 X 12.91 cm	4790	4912	282.94	86.24
2	23.85 X 12.91 cm	4725	4849	282.94	87.65
3	23.85 X 12.91 cm	4801	4931	282.94	91.89
4	23.85 X 12.91 cm	4731	4860	282.94	91.19
5	23.85 X 12.91 cm	4718	4845	282.94	89.77
PROMEDIO FINAL					89.35

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA C - CON 15% DE CEMENTO

MUESTRA	DIMENSIÓN (Largo x Ancho)	P1	P2	Area	Succión
		gr.	gr.	Cm2	gr/200 cm2 min
1	23.85 X 12.91 cm	4693	4796	282.94	72.81
2	23.85 X 12.91 cm	4769	4869	282.94	70.69
3	23.85 X 12.91 cm	4802	4909	282.94	75.63
4	23.85 X 12.91 cm	4728	4820	282.94	65.03
5	23.85 X 12.91 cm	4822	4928	282.94	74.93
PROMEDIO FINAL					71.82

P1 Peso de la unidad después de secar en estufa

P2 Peso de la unidad en gr. Luego de haberle sometido con película de agua.

OBSERVACIONES :

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310368



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

ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.604

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL Y PROPUESTA A - (23.00 cm X 12.00 cm X 9.00 cm)

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

ABSORCIÓN			
B=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	A=	PESO DE LADRILLO SECO (gr).
		B=	PESO DE LADRILLO SATURADO (gr).

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL

LADRILLO N°	DEESCRIPCIÓN	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO DEL AGUA (g)	ABSORCIÓN (%)
1	Ladrillo Patrón - M-1	2526	2122	404	19.04
2	Ladrillo Patrón - M-2	2592	2177	415	19.06
3	Ladrillo Patrón - M-3	2421	2019	402	19.91
4	Ladrillo Patrón - M-4	2446	2036	410	20.14
5	Ladrillo Patrón - M-5	2430	2012	418	20.78
PROMEDIO (%)					19.79

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA A - CON 5% DE CEMENTO

LADRILLO N°	DEESCRIPCIÓN	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO DEL AGUA (g)	ABSORCIÓN (%)
1	Ladrillo con 5% de Cemento	2546	2155	391	18.14
2	Ladrillo con 5% de Cemento	2545	2146	399	18.59
3	Ladrillo con 5% de Cemento	2462	2077	385	18.54
4	Ladrillo con 5% de Cemento	2466	2071	395	19.07
5	Ladrillo con 5% de Cemento	2368	1988	380	19.11
PROMEDIO (%)					18.69

OBSERVACIONES :

1.- LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310368



ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.604

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA B y C - (23.00 cm X 12.00 cm X 9.00 cm)

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

ABSORCIÓN

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= PESO DE LADRILLO SECO (gr).
B= PESO DE LADRILLO SATURADO (gr).

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA B - CON 10% DE CEMENTO

LADRILLO N°	DEESCRIPCIÓN	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO DEL AGUA (g)	ABSORCIÓN (%)
1	Ladrillo con 10% de Cemento	2505	2163	342	15.81
2	Ladrillo con 10% de Cemento	2562	2224	338	15.20
3	Ladrillo con 10% de Cemento	2534	2204	330	14.97
4	Ladrillo con 10% de Cemento	2495	2155	340	15.78
5	Ladrillo con 10% de Cemento	2452	2124	328	15.44
PROMEDIO (%)					15.44

MUESTRA LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA C - CON 15% DE CEMENTO

LADRILLO N°	DEESCRIPCIÓN	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO DEL AGUA (g)	ABSORCIÓN (%)
1	Ladrillo con 15% de Cemento	2733	2412	321	13.31
2	Ladrillo con 15% de Cemento	2499	2184	315	14.42
3	Ladrillo con 15% de Cemento	2506	2198	308	14.01
4	Ladrillo con 15% de Cemento	2591	2280	311	13.64
5	Ladrillo con 15% de Cemento	2507	2191	316	14.42
PROMEDIO (%)					13.96

OBSERVACIONES :

1.- LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS Y ETIQUETADOS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIF 103257

B. N° 006-00310368



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 399.604

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL Y PROPUESTA A - (23.00 cm X 12.00 cm X 9.00 cm)

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA: PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm ²	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm ²
1	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.70 X 12.04 cm	8/07/2025	282.94	14130.00	49.94
2	LADRILLO ARTESANAL 22.94 X 9.08 X 12.70 cm	8/07/2025	282.94	12090.00	42.73
3	LADRILLO ARTESANAL 23.10 X 9.10 X 12.66 0	8/07/2025	282.92	14200.00	50.19
4	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 23.02 X 9.10 X 12.66 0	8/07/2025	282.93	14800.00	52.31
5	LADRILLO ARTESANAL 23.10 X 9.10 X 12.66 cm	8/07/2025	282.92	14030.00	49.59
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)				kg/cm ²	48.95

MUESTRA: LADRILLO ARTESANAL PROPUESTA A - 5% DE CEMENTO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm ²	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm ²
1	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 cm	8/07/2025	282.94	12130.00	42.87
2	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 cm	8/07/2025	282.94	11460.00	40.50
3	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 0	8/07/2025	282.94	12900.00	45.59
4	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 23.05 X 8.72 X 12.04 0	8/07/2025	282.94	12120.00	42.84
5	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 cm	8/07/2025	282.94	12800.00	45.24
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)				kg/cm ²	43.41

OBSERVACIONES :

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
JULIACA - PERÚ
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00310368



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 399.604

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. RONALD IVAN HAÑARI COLCA

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL - PROPUESTA B y C - (23.00 cm X 12.00 cm X 9.00 cm)

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 08 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA: LADRILLO ARTESANAL PROPUESTA B - 10% DE CEMENTO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm ²	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm ²
1	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.70 X 12.04 cm	8/07/2025	282.27	21100.00	74.75
2	LADRILLO ARTESANAL 22.94 X 9.08 X 12.70 cm	8/07/2025	282.94	22030.00	77.86
3	LADRILLO ARTESANAL 23.10 X 9.10 X 12.66 0	8/07/2025	282.92	20110.00	71.08
4	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 23.02 X 9.10 X 12.66 0	8/07/2025	282.95	21080.00	74.50
5	LADRILLO ARTESANAL 23.10 X 9.10 X 12.66 cm	8/07/2025	282.96	21830.00	77.15
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)				kg/cm ²	75.07

MUESTRA: LADRILLO ARTESANAL PROPUESTA C - 15% DE CEMENTO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	ÁREA BRUTA cm ²	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm ²
1	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 cm	8/07/2025	282.94	24090.00	85.14
2	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 cm	8/07/2025	282.94	25010.00	88.39
3	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 0	8/07/2025	282.94	24960.00	88.22
4	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 0	8/07/2025	282.94	25180.00	88.99
5	LADRILLO ARTESANAL 23.05 X 8.72 X 12.04 cm	8/07/2025	282.93	25240.00	89.21
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)				kg/cm ²	87.99

OBSERVACIONES :

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310368



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 15 /01/2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RONALD IVAN HAÑARI COLCA

Dirección: Jr. Ingeniería Lt 1 Mz E-10, Urbanización Espinal (Slda. Arequipa)

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72202748

Teléfono: 983016897 email: chobivan@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO ESTABILIZADO CON CEMENTO PARA SU PRODUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): Ladrillo, estabilización, producción, contaminación, arcilla

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

1, 2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

15 – ENERO – 2026

Fecha