

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO  
LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA  
ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS**

**Autor: Bach. Deywer Mark Puerta Huaman**

**Asesor: Ing. Emanuel Tafur Revilla**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2023**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Puerta Huaman Deywer Mark  
DNI N°: 73229941  
Correo electrónico: 7322994142@untrm.edu.pe  
Facultad: Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental  
Escuela Profesional: Ingeniería Civil

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBANILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Javier Revilla Emanuel  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 47505443  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9570-0970>) 0000-0001-9493-4370

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_  
DNI, Pasaporte, C.E N°: \_\_\_\_\_  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9570-0970>) \_\_\_\_\_

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)  
2.00.00 - Ingeniería, Tecnología / 2.01.00 - Ingeniería Civil / 2.01.01 - Ingeniería Civil

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 29 de ENERO de 2024

Firma del autor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del autor 2

Firma del Asesor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo va dedicado en primer lugar a Dios por la vida y la salud, a mis padres: Gregorio Puerta Choctalin y Margarita Huaman Culqui, por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi formación profesional.*

*(Deywer Mark, Puerta Huaman).*

## **AGRADECIMIENTOS**

*El agradecimiento a mi asesor Ing.: Emanuel Tafur Revilla, por su apoyo en el presente trabajo. A la plana docente del programa de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la UNTRM, por albergarme en sus aulas y brindarme sus conocimientos a lo largo de estos años de formación profesional.*

*(Deywer Mark, Puerta Huaman).*

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana  
**RECTOR**

Dr. Oscar André Gamarra Torres  
**VICERRECTOR ACADÉMICO**

Dra. María Nelly Luján Espinoza  
**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

Ph.D. Ricardo Edmundo Campos Ramos  
**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS"; del egresado Bach. Deywer Mark Puerta Huamán de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 08 de Setiembre de 2023

*emanuel Tafur Revilla*

Firma y nombre completo del Asesor

EMANUEL TAFUR REVILLA

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



.....  
Ing. Carlos Alberto Chávez Culquimboz

**PRESIDENTE**



.....  
Ing. Domingo Cabos Cabrera

**SECRETARIO**



.....  
Ing. Monica Del Pilar Torrejón Llaja

**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

2 FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS

presentada por el estudiante ( )egresado (X) Deywer Mark Puerta Huaman de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 3322994192@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 22 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 23 de noviembre del 2023

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....



# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 09 de diciembre del año 2023, siendo las 19:00 horas, el aspirante: Deywer Mark Puerta Huaman, asesorado por Ing. Emmanuel Tafur Revilla defiende en sesión pública presencial (  ) / a distancia (  ) la Tesis titulada: FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPUYAS, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Carlos Alberto Chávez Colquimboz

Secretario: Ing. Domingo Cabas Carrera

Vocal: Ing. Monica del Pilar Torrejon Haja.

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  ) por Unanimidad (  ) / Mayoría (  ) Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 21:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS .....	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE GENERAL .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	20
<b>2.1. Objetivos de la investigación: .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Ubicación del proyecto .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3. Materiales, equipos y herramientas. ....</b>	<b>21</b>
2.3.1. Materiales .....	21
2.3.2. Equipos e instrumentos.....	21
<b>2.4. Diseño del proyecto de investigación .....</b>	<b>22</b>
2.4.1. Variables.....	22
2.4.2. Tipo de investigación .....	22
2.4.3. Método aplicado .....	23
III. RESULTADOS .....	29
<b>3.1. Caracterización de los materiales a usar, pruebas y ensayos preliminares (Objetivo N°01). ....</b>	<b>29</b>
3.1.1. Selección del material.....	29
3.1.2. Ensayos a los materiales recolectados. ....	29

3.1.3. Dimensionamiento geométrico de los ladrillos tipo lego (Objetivo N°02).	30
<b>3.2. Dosificación de la mezcla para la fabricación de las unidades de albañilería (Objetivo N 03).</b>	<b>31</b>
3.2.1. Mezcla de cemento arcilla	31
3.2.2. Mezcla de cemento-arcilla-arena	31
3.2.3. Porcentaje de adición de agua.	32
3.2.4. Diseño de mezcla final.	32
<b>3.3. Fabricación de los ladrillos tipo lego.</b>	<b>33</b>
<b>3.4. Ensayos mecánicos y de absorción a las unidades de albañilería.</b>	<b>33</b>
<b>3.5. Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del ladrillo lego con el ladrillo convencional y con la norma técnica peruana.</b>	<b>36</b>
<b>3.6. Análisis técnico económico de la producción de ladrillos tipo lego.</b>	<b>37</b>
IV. DISCUSIÓN	40
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Materiales, equipos o instrumentos utilizados</i> .....	21
Tabla 2 <i>Distribución granulométrica óptima para la elaboración de la mezcla</i> .....	23
Tabla 3 <i>Elección del tamaño de espécimen para los ensayos de humedad.</i> .....	24
Tabla 4 <i>Normas empleadas en los ensayos de laboratorio</i> .....	25
Tabla 5 <i>Determinación de las dimensiones de una unidad de albañilería tipo lego de dos insertos.</i> .....	26
Tabla 6 <i>Resultados del ensayo de humedad realizado.</i> .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la ciudad de chachapoyas en el Perú .....	20
Figura 2 Curva granulométrica del estudio de mecánica de suelos.....	29
Figura 3 Dimensionamiento de los ladrillos tipo lego.....	31
Figura 4 Isométrico 3D de los ladrillos lego.....	33
Figura 5 Dosificación de los ladrillos .....	31

## RESUMEN

La investigación presentada tuvo por objetivo fabricar unidades de albañilería tipo lego para ser utilizadas en viviendas de la ciudad de Chachapoyas. Es una investigación del tipo experimental, descriptivo y de corte transversal el cual tiene por variables a la fabricación de unidades de albañilería tipo lego y la construcción de viviendas con dicha unidad. La arcilla utilizada como materia prima fue extraído de la ciudad Chachapoyas, con un contenido de humedad promedio de 20.03%, con una densidad natural promedio de 1.69 g/cm<sup>3</sup>, con un límite líquido del 34.41%, plástico del 16.2%, índice de plasticidad de 18.2%, peso específico de 3.71 g/cm<sup>3</sup> y un porcentaje de absorción de 8.69%. Las dimensiones elegidas para cada espécimen de ladrillo fueron de 12.5 x 25 x 7.5 cm. Se utilizó la dosificación de 1 bolsa de cemento por 6 Kg de arcilla por 1.75Kg de arena y el 8% de agua. Se elaboraron 45 ladrillos legos utilizando el procedimiento empírico-industrial recomendado por el técnico de laboratorio. Una vez curados y secados los ladrillos; se sometieron a prueba de rotura en distintos tiempos: 10 ladrillos a los 7 días, 10 a los 14 días, 10 a los 21 días y finalmente 15 ladrillos a los 28 días. En total se rompieron 45 especímenes de ladrillos. Se obtuvo un esfuerzo a la rotura promedio de 24.43 Kg/cm<sup>2</sup> y una absorción promedio de 11%.

**Palabras claves:** Ladrillo tipo lego, resistencia de ladrillos tipo lego, vivienda.

## **ABSTRACT**

The objective of the research presented had to manufacture Lego-type masonry units to be used in homes in the city of Chachapoyas. It is an experimental, descriptive and cross-sectional type of research whose variables are the manufacture of Lego-type masonry units and the construction of homes with said unit. The clay used as raw material was extracted from the city of Chachapoyas, with an average moisture content of 20.03%, with an average natural density of  $1.69 \text{ g/cm}^3$ , with a liquid limit of 34.41%, plasticity of 16.2%, plasticity index of 18.2%, specific weight of  $3.71 \text{ g/cm}^3$  and an absorption percentage of 8.69%. The dimensions chosen for each brick specimen were 12.5 x 25 x 7.5 cm. The dosage of 1 bag of cement per 6 kg of clay, 1.75 kg of sand and 8% of water was used. 45 lego bricks were made using the empirical-industrial procedure recommended by the laboratory technician. Once the bricks are cured and dried; They were subjected to the breakage test at different times: 10 bricks at 7 days, 10 at 14 days, 10 at 21 days and finally 15 bricks at 28 days. In total 45 brick specimens were broken. An average breaking stress of  $24.43 \text{ Kg/cm}^2$  and an average absorption of 11% were obtained.

**Keywords:** Lego-type brick, resistance of Lego-type bricks, housing.

## I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de construcciones en el Perú son hechas a base de unidades de albañilería de arcilla cocida (ladrillos), se dice que en el PERÚ EL 70% de las construcciones y edificaciones son de ladrillos y cemento (Barranzuela, 2023). En la ciudad Chachapoyas ocurre un fenómeno similar, según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, el 64% de viviendas construidas en esta ciudad son de ladrillos de arcilla cocida.

Existen diferentes tipos de ladrillos según las necesidades, la forma de fabricación y el uso que se vaya a dar. En los últimos años ha aparecido un ladrillo con una característica de lego, es decir que se pueden ensamblar unos con otros de manera muy fácil; estos ladrillos los hay de todo tipo de materiales, que va desde el plástico hasta el concreto simple. Este tipo ladrillo por su fácil proceso de elaboración resulta muy económico y ahí radica la importancia de realizar más investigaciones al respecto de este ladrillo.

Como base bibliográfica se recopilaron los siguientes antecedentes:

(Gareca & Andrade, 2020), en su investigación “fabricación de ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos”, tuvo como principal objetivo determinar técnicamente la propiedades físicas y mecánicas de los eco ladrillos eligiendo los procesos adecuados para producir ladrillos de la mejor calidad que ayuden a reducir la contaminación en la ciudad Sucre y se convierta en una nueva alternativa como material de construcción, en este estudio los autores encontraron que los eco ladrillos se pueden hacer a partir de materia prima orgánica e inorgánica lo que demuestra que cada vez que se realizan estudios, los de la industria de la construcción lo han tomado como referencia para su presupuesto ya que más económica y cumple con todas sus características. Se uso el método de producción artesanal, con un rendimiento de 70 ladrillos por día por persona; para el procesamiento estadístico se usó el software statistix 10.0. Los ladrillos tuvieron 24cm de largo, 12cm de ancho y 8 cm de altura. Se obtuvo un alabeo de 3mm, una absorción de 15%, sin eflorescencia aparente y una resistencia a la compresión de 45.56 Kg/cm<sup>3</sup>. Se concluye que en cuanto a resistencia a la compresión resulta más beneficiosos su uso, sin embargo, en cuanto a absorción, este ladrillo absorbe más agua por 24 horas de saturación.

(Arbulú & Delgado, 2019), en su tesis elaboración de eco ladrillos para facilitar el reciclaje de desechos inorgánicos en una institución educativa San Martín de Thours. Su



objetivo principal fue la elaboración de ladrillos con desechos inorgánicos. Se utilizó la fabricación con máquina industrial mecánica a motor y el método de cocción. En una primera fase, se identificó la problemática ambiental relacionada al manejo inadecuado de residuos sólidos, seleccionando los residuos plásticos para la elaboración de los ladrillos. Nos encontramos ante una investigación experimental y de corte transversal. Se elaboraron 55 ladrillos para la construcción de un sendero ecológico. Los ladrillos elaborados solamente son utilizados en formade delimitación de sendero, nos se realizaron ensayos físicos y mecánicos, pero en cuanto a lo económico resultan sumamente eficientes, ya que la variación con un ladrillo pandereta es de 0.40 céntimos y con un ladrillo pastelero por S/. 1.60.

(Castañeda & Escalante) en su tesis, Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos compuestos de aserrín-cemento tipo lego, para viviendas modulares en la Amazonía peruana. Tiene por objetivo principal la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos tipo lego con arena fina, cemento y aserrín. Utilizó una dosificación de 1:1:0.5 respectiva mente. Se fabricaron 90 ladrillos y se almacenaron en un ambiente con humedad controlada durante 28 días. Se obtuvo como resultados un esfuerzo a compresión axial ( $f^b$ ) a los 28 días de 116.27 Kg/cm<sup>2</sup>, absorción de 7.98 g/min/200cm<sup>2</sup>, absorción promedio de 21.4% y un alabeo de 1.51 mm. Como conclusión principal se precisa que los ladrillos ecológicos tipo lego alcanzan los estándares mínimos y son viables de manera estructural para la construcción de edificaciones.

(Vargas & Toche, 2014). En su tesis, el comportamiento sísmico de un módulo de dos plantas reforzado con ladrillos prensados ecológicos. Tiene por objetivo determinar el comportamiento de ladrillos prensados ecológicos en muros bajo, evalúa el alabeo milimétral y el agrietamiento, comparándolo con los muros construidos con los ladrillos convencionales. Después de realizar ensayos de compresión diagonal en tres muros bajos, obtuvo un patrón de falla con grietas diagonales en todo el espécimen y poca o ninguna salida a través de la horizontal. una costura que indica una buena adherencia entre la máquina y el mortero. En cuanto al alabeo, existe una variación diferencial con respecto al construido con ladrillos convencionales de 1mm. Es así que concluyen que si es viable la construcción de muros bajos con ladrillos prensados ecológicos.

(Morales & Téllez, n.d.), en su investigación de ladrillos con adición de pet. una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro. Tiene como objetivo desarrollar y fabricar ladrillos adicionados con PET a partir de materiales reciclados a partir de los residuos sólidos generados en el mismo centro rural. Se utilizó la fabricación de ladrillos artesanales por prensado. Se tuvo un rendimiento de fabricación de 66 ladrillos por día, con una absorción por saturación de 24 horas de 12% y una resistencia a la compresión de 30.14 Kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a rendimiento es más bajo con respecto al rendimiento de un ladrillo convencional fabricado con el mismo método (88 ladrillos por día), en cuanto a saturación es menor a la absorción máxima permitida por la norma ASTM ( $\leq 22\%$ ) y en resistencia es más baja a la de un ladrillo convencional y a la norma técnica ASTM, por lo que estructuralmente no es viable su uso en elementos de edificaciones portantes.

(Vargas & Toche, 2014), en su estudio Comportamiento Sísmico de una edificación de dos Pisos Reforzado y Construido con un Ladrillo Ecológico tipo lego prensado. El objetivo fue realizar una modelación de comportamiento sismorresistente a una estructura de albañilería confinada, esto con la finalidad de observar el comportamiento con respecto a una edificación construida con un ladrillo tradicional industrial de 18 huecos y una pandereta de 6 canales. Se usó el diseño sismorresistente estático y dinámico, así como la estructuración en concordancia con la ACI. Determinó que la resistencia máxima promedio que puede alcanzar a corte puro el murete hecho con los ladrillos ecológicos prensados de suelo-cemento y reforzados con varillas de acero, fue de  $v = 4.98 \text{ kg/cm}^2$ . De acuerdo a la Norma de Adobe E.080, el esfuerzo admisible al corte del muro  $V_m$  se obtendrá con la expresión  $V_m = 0.4 \cdot V = 0.4 \times 4.98 = 1.99 \text{ kg/cm}^2$ , el valor obtenido es mayor que la alternativa cuando no se realizan ensayos de muretes ( $V_m = 0.25 \text{ kg/cm}^2$ ).

Es así que a continuación se plantea una investigación titulada: "Fabricación de unidades de albañilería tipo lego para la construcción de una vivienda económica en la ciudad de Chachapoyas". En esta se aborda la fabricación de los ladrillos tipo lego partiendo desde la selección del material y su caracterización, hasta su fabricación y posterior ensayo mecánico de cada unidad de albañilería. Así que el principal objetivo es fabricar unidades de albañilería tipo lego para ser utilizadas en viviendas en Chachapoyas. Es una investigación del tipo experimental, descriptivo y de corte transversal el cual tiene por variables a la fabricación de ladrillos tipo lego y a la construcción de viviendas con este

ladrillo lego. . El suelo utilizado como materia prima fue extraído de la ciudad Chachapoyas, con un contenido de humedad promedio de 20.03%, con una densidad natural promedio de 1.69 g/cm<sup>3</sup>, con un límite líquido del 34.41%, plástico del 16.2%, índice de plasticidad de 18.2%, peso específico de 3.71 g/cm<sup>3</sup> y un porcentaje de absorción del 8.69%. Las dimensiones elegidas para cada espécimen de ladrillo fueron de 12.5 x 25 x 7.5 cm. Se utilizó la dosificación de 1:6:1.75:0.08 (Cemento-arcilla-arena-agua). Se elaboró 45 ladrillos legos utilizando el procedimiento empírico-industrial recomendado por el técnico de laboratorio. Una vez curados y secados los ladrillos; se sometieron a prueba de rotura en distintos tiempos: 10 ladrillos a los 7 días, 10 a los 14 días, 10 a los 21 días y finalmente 15 ladrillos a los 28 días. En total se rompieron 45 especímenes de ladrillos. Se obtuvo un esfuerzo a la rotura promedio de 24.43 Kg/cm<sup>2</sup> y una absorción promedio de 11%.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Objetivos de la investigación:

#### 2.1.1. General:

Fabricar unidades de albañilería tipo lego para la construcción de una vivienda económica en la ciudad Chachapoyas.

#### 2.1.2. Específicos:

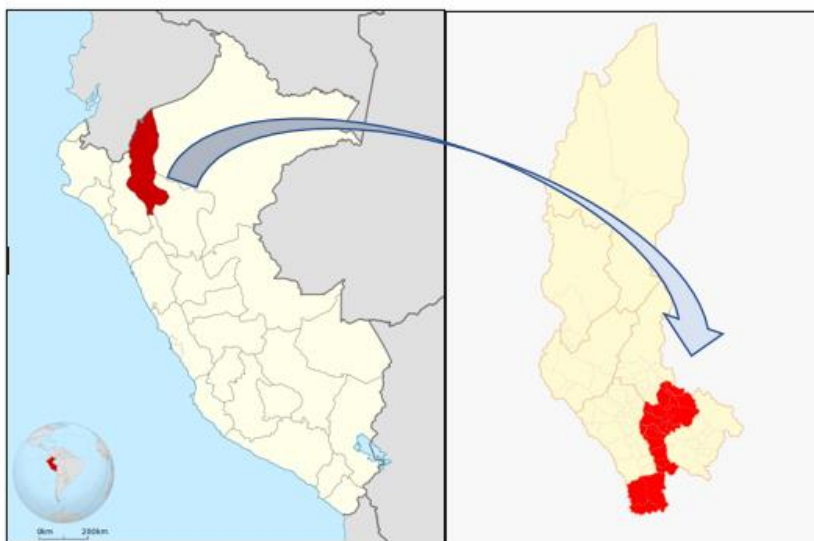
- Realizar las pruebas / ensayos de los materiales a utilizar.
- Diseñar la forma geométrica de cada unidad de albañilería tipo lego.
- Establecer una dosificación a la mezcla de agregados.
- Fabricar unidades de albañilería tipo lego para la construcción de una vivienda económica.
- Ensayar cada unidad de albañilería tipo lego con la finalidad de determinar su resistencia.
- Comparar la calidad según norma E-070 y el precio de la unidad tipo lego en cada uno de los mercados.

### 2.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad San Juan de la Frontera de los Chachapoyas, Chachapoyas, Amazonas.

### Figura 1

*Ubicación de la ciudad de chachapoyas en el Perú.*



## 2.3. Materiales, equipos y herramientas.

### 2.3.1. Materiales

- Arcilla
- Arena
- Cemento
- Agua
- Balde
- Molinillo
- Molde
- Laptop
- Lapicero
- Hoja de apuntes
- Cámara fotográfica
- Acero inoxidable de 4 líneas (tamiz de zarandeo).
- Reglamento nacional de edificaciones.
- Norma técnica peruana de elaboración de unidades de albañilería.

### 2.3.2. Equipos e instrumentos

- Laptop HP i7 e impresora. Prensa hidráulica para fabricar ladrillos.
- Máquinas MEH de ensayos de materiales de 2000 kN, 3000 kN o 5000 kN.
- Software AutoCAD versión estudiante 2020.

**Tabla 1**

*Materiales, equipos o instrumentos utilizados*

Objetivo específico	Técnica	Materiales, equipos e instrumentos
Diseñar la forma geométrica de cada unidad de albañilería tipo lego.	Observación no experimental, el análisis y la recopilación de información.	Reglamento nacional de edificaciones, NTP 331.017 de fabricación de unidades de albañilería y software de dibujo asistido por computador.

---

<p>Realizar las pruebas / ensayos de los materiales a utilizar.</p> <p>Establecer una dosificación a la mezcla de agregados.</p>	<p>Observación experimental, la gradación granulométrica, el diseño de mezcla y el análisis.</p>	<p>Balde, molinillo, molde, tamiz N°04, N°200 e intermedios para prueba de granulometría, cuchara de Casagrande, etc.</p>
--	--	---

---

<p>Fabricar una unidad de albañilería tipo lego para la construcción de una vivienda económica.</p>	<p>Observación experimental, el análisis, diseño o modelado de la unidad de albañilería.</p>	<p>Balde, molinillo y molde.</p>
---	--	----------------------------------

---

<p>Ensayar cada unidad de albañilería tipo lego con la finalidad de determinar su resistencia.</p>	<p>Observación experimental y el análisis.</p>	<p>Equipo de ruptura de probetas en laboratorio</p>
--	--	---

---

## 2.4. Diseño del proyecto de investigación

### 2.4.1. Variables

- **Variable independiente:** Fabricación de unidades de albañilería tipo lego para la fabricación de una vivienda económica.
- **Variable dependiente:** Construcción de una vivienda económica en la ciudad Chachapoyas.

### 2.4.2. Tipo de investigación

- **Experimental:** Se tiene una variable constante y otra se mide como sujeto del experimento.

### 2.4.3. Método aplicado

En los párrafos siguientes, se detalla el procedimiento que se siguió en la presente investigación.

### 2.4.4. Para el cumplimiento de los objetivos Específicos:

#### a) Método a seguir para el objetivo específico N°01

Para la ejecución del objetivo específico N°01: Realizar las pruebas / ensayos de los materiales a utilizar.

#### **Recolección de información, materiales, y realización de ensayos preliminares:**

Se realiza una recolección de información, buscando identificar el lugar de donde se extraerá los materiales básicos necesarios. Se recolecta los materiales y se separa una cantidad necesaria para someterlos a ensayos, para demostrar si los materiales cumplen con las características necesarias para la fabricación de los ladrillos.

Los ensayos realizados en laboratorio deben ser los siguientes:

#### - Granulometría.

Se determina la granulometría de los materiales, con la finalidad de clasificarlo y optar por la proporción correcta para la elaboración de los ladrillos.

A continuación, se muestra la distribución granulométrica óptima para la elaboración de la mezcla para los ladrillos.

**Tabla 2**

*Distribución granulométrica óptima para la elaboración de la mezcla*

Tamiz	% que pasa
3"	100
N°04	100-50
N°40	100-15
N°200	50-10

Fuente: Morales (2020, p.45).

#### - Contenido de humedad.

Se determinará la relación del peso de en la masa de suelo representativa.

Se utiliza básicamente la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \frac{W_W}{W_{SS}} * 100 \dots \dots \dots (EC. 01)$$

Para la determinación del espécimen de laboratorio se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Elección del tamaño de espécimen para los ensayos de humedad.*

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo (hr=+- 0.1%)	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo (hr=+-1%)
2mm o menos	2 mm (N°10)	20 g	20 g
4.75 mm	4.76 mm (N°04)	100 g	20 g
9.50 mm	9.53 mm (3/8")	500 g	50 g
19.00 mm	19.05 mm (3/4")	2.5 Kg	250 g
37.50 mm	38.1 (1 1/2")	10 Kg	1 Kg
75. 00 mm	76.20 mm (3")	50 Kg	5 kg

- Densidad aparente.

La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa o peso del suelo seco (peso de la fase sólida) y el volumen total, incluyendo al espacio poroso. En agricultura, la masa del suelo se refiere al peso después de secar el suelo en estufa a 110° C durante 24 hr o hasta peso constante y, el volumen, se refiere a la fábrica menor de 2 mm de diámetro.

Se determina por la ecuación:

$$p = \frac{m}{v}$$

Donde:

P: Densidad (g/cm<sup>3</sup>).

m: Masa del espécimen (g).

V: Volumen del recipiente (cm<sup>3</sup>).



- Límites de Atterberg

Se determina los límites de consistencia con el ensayo de los especímenes en la cuchara de casa grande, se siguió:

Obtuvimos una muestra de 150 gr pasado por la malla número 40. De la muestra que tenemos saturaremos semilleno en un recipiente que contenga la muestra (tara) por 24 horas. Se realiza el batido hasta obtener una muestra uniforme en la tara. Con el equipo de Casagrande, se determina en cuantos golpes la muestra de suelo comienza a separarse una distancia de 13 mm. Tras haber realizado cuatro veces la ruptura de suelo en la copa de Casagrande con distintas humedades, se realizó los procedimientos para el cálculo de contenido de humedad que presentaba el suelo.

- Gravedad específica y absorción de agregado fino.

Se emplea los estándares de las normas técnicas peruanas y ASTM.

**Tabla 4**

*Normas empleadas en los ensayos de laboratorio*

Ensayos	N.T.P	ASTM
Granulometría	N.T.P.400.012	ASTM.C33
Límites de Atterberg	N.T.P.339.129.1998	ASTM.D4318
Contenido de humedad	N.T.P. 339.127	ASTM.D2216
Densidad aparente	N.T.P.400.021 2013	ASTM.D1622
Gravedad específica y absorción de agregado fino	N.T.P.339.131-1999	ASTM.C128

**b) Método a seguir para el objetivo específico N°02**

Para la ejecución del objetivo específico N°02: Diseñar la forma geométrica de cada unidad de albañilería tipo lego, se sigue:

**Determinación de las dimensiones del bloque de albañilería:**

Se define las dimensiones y características geométricas de la unidad de albañilería, en base a criterios como las dimensiones clásicas de un ladrillo King Kong de 18 huecos. Para la determinación de las dimensiones del bloque de albañilería se utilizó la siguiente tabla de las normas técnicas de materiales para la construcción (ASTM).

**Tabla 5**

*Determinación de las dimensiones de una unidad de albañilería tipo lego de dos insertos.*

Uso	Factor de uso (%)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Diámetro de insertos (cm)	Equidistancia insertos (cm)
Muros perimétricos	75.00%	20 a 25	8 a 15	7 a 10	5 a 10	8 a 15
Tabiquería	95.00%	22 a 30	10 a 15	7 a 10	6 a 8	8 a 15
Muros Zig	50.00%	15 a 30	10 a 15	5 a 10	5 a 10	8 a 15

Fuente: Adaptado de la norma técnica peruana (NTP 331.017).

### c) Método a seguir para el objetivo específico N°03

Para la ejecución del objetivo específico N°03: Establecer una dosificación a la mezcla de agregados, se sigue:

#### **Diseño de mezcla para la elaboración de los bloques lego**

Se utilizó el método brindado por la norma americana ACI 211.3R-02, en esta se encuentra un método específico para la fabricación de bloques de albañilería de concreto, arcilla y materiales aditivos o plastificantes.

Tenemos la siguiente fórmula:

$$\% AF = \frac{MF_{AG} - MF_{COMB}}{(MF_{AG} - MF_{AF})} \times 100$$

Donde:

%AF: Porcentaje de agregado fino.

MF<sub>AG</sub> Módulo agregado grueso.

MF<sub>AF</sub> Módulo agregado fino.

MF<sub>COMB</sub>: Módulo de fineza combinado.

Por último, la cantidad de agua adecuada es aleatoria y depende de la experiencia del fabricante. La norma brinda dos indicaciones: la cantidad de agua es la ideal cuando se puede formar una esfera con la mezcla de concreto y que esta mezcla no presente superficie o película de humedad. Según otras experiencias en el Perú, indican que el porcentaje de humedad de esa mezcla debe variar entre un 7%-9% para obtener una cantidad óptima de agua (Morales, 2013).

**d) Método a seguir para el objetivo específico N°04**

Se fabricaron 45 unidades de albañilería con el siguiente procedimiento:

- 1°) Armado y limpieza del molde a utilizar.
- 2°) Zarandeo y limpieza de impurezas orgánicas e inorgánicas del material utilizar.
- 3°) Mezclado de materiales acorde a las proporciones de acuerdo el diseño de mezclas.
- 4°) Volteado de la mezcla a la tolva de la prensa hidráulica.
- 5°) Prensado de la mezcla en el molde.
- 6°) Secado y curado de las unidades de albañilería.

**e) Método a seguir para el objetivo específico N°05**

Con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión de cada unidad de albañilería, estas fueron sometidas a ensayos de laboratorio. Los ensayos se realizaron con una frecuencia de 7 días, es decir, 10 unidades en los primeros 7 días de secado, 10 unidades a los 14 días de secado, 10 unidades a los 21 días de secado y por último 15 unidades a los 28 días. También se realizó el ensayo de absorción, para dicho ensayo se contaron con la saturación de 10 unidades de albañilería.

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión, siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1°) Traslado y acopio de 45 ladrillos en el laboratorio acorde a la frecuencia determinada para el ensayo.
- 2°) Registro y codificación de cada espécimen.
- 3°) Medición y pesado de cada espécimen de ladrillo.
- 4°) Almohadillado con mortero de neopreno de los especímenes.
- 5°) Centrado del espécimen en la máquina de ensayo a compresión y cargado para la ruptura.
- 6°) Cálculos finales y determinación de la resistencia del concreto.

Se realizó el ensayo de absorción, siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1°) Traslado y acopio de 10 ladrillos en el laboratorio acorde a la frecuencia determinada para el ensayo.
- 2°) Registro y codificación de cada espécimen.
- 3°) Medición de cada espécimen de ladrillo.

- 4°) Secado en horno de cada espécimen de ladrillo.
- 5°) Pesado de cada unidad de ladrillos seco.
- 6°) Saturación de las unidades de albañilería por 24 horas.
- 7°) Pesado de cada unidad de ladrillo saturado.
- 8°) Determinación del porcentaje de absorción.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización de los materiales a usar, pruebas y ensayos preliminares (Objetivo N°01).

##### 3.1.1. Selección del material

El material fue extraído de la siguiente ubicación: Chachapoyas, Chachapoyas, Amazonas. Para la ubicación de la calicata que se extrajo el material se trabajó con el criterio de sector sin presencia de material orgánico y sector con un contenido de humedad lo más natural posible. Posterior a la extracción, se realizó la separación del material que se someterá a ensayos para determinar su óptima calidad; el material sobrante fue almacenado para la elaboración de ladrillos.

##### 3.1.2. Ensayos a los materiales recolectados.

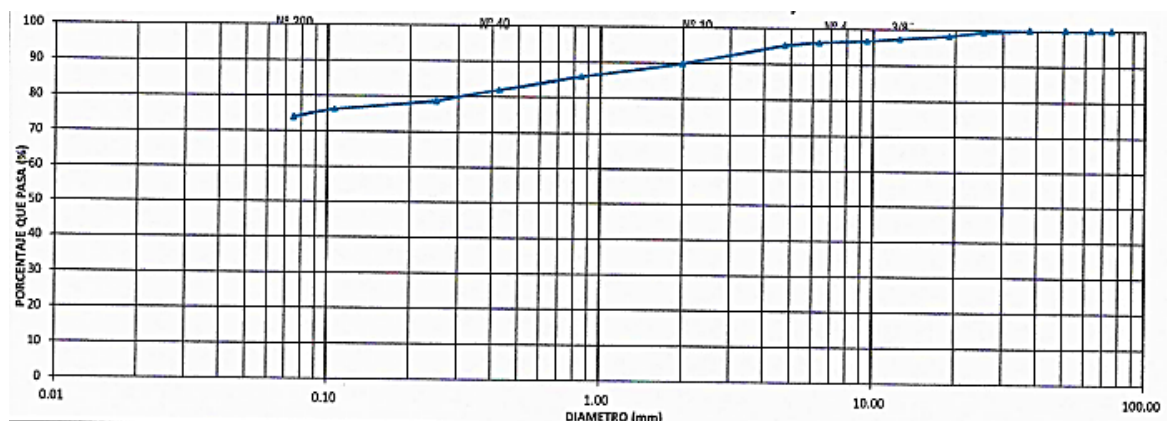
Una vez traslado el material a laboratorio para sus respectivas pruebas, se aplicó métodos para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo de acuerdo a la norma A.S.T.M. C 702. Se obtuvo la muestra representativa mediante cuarte de la muestra según las directrices de la norma A.S.T.M- C 702.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos y con la supervisión del ingeniero responsable de laboratorio, y fueron las siguientes:

**A. Granulometría.** – En la figura 2, Se observa que un porcentaje que pasa en la malla N° 04 de 95.12% y en la malla N°200 un porcentaje del 74.0 %. Nos encontramos ante un suelo del tipo arcillas de carácter inorgánico, gravosas, arenosas y tipificada como suelos del tipo CL.

**Figura 2**

*Curva granulométrica del estudio de mecánica de suelos.*



**B. Contenido de humedad.** – En la tabla 6, se muestra los resultados de los tres ensayos a la muestra representativa. Se obtuvo de manera sucesiva un porcentaje de humedad del 19.90%, 20.13% y 20.06% de humedad; siendo la humedad promedio de 20.03%.

**Tabla 6**

Resultados del ensayo de humedad realizado.

Calicata		C-1	
Muestra		M-1	
Ensayo	1	2	3
W (Tara+M.húmeda)			
g	208.83	214.23	216.63
W (tara+M.seca) g	178.4	182.7	179.7
W (agua) g	30.43	31.53	30.93
W (tara) g	25.5	26.04	25.5
W (muestra seca) g	152.9	156.66	154.2
W%	19.90%	20.13%	20.06%
W% promedio		20.03	

**C. Densidad aparente.** – Se ensayó tres veces de una muestra representativa, se obtuvo una densidad natural promedio en  $\text{g/cm}^3$  de 1.69.

**D. Límites de Atterberg.** – Nos encontramos ante un material con un límite líquido 34.41 %, un límite de plástico de 16.2% y un índice de plasticidad de 18.2%.

**E. Gravedad específica y absorción de agregado fino.** – Nos encontramos ante un suelo con un peso específico en, masa en  $\text{g/cm}^3$  de 3.71 (promedio) y un porcentaje de absorción de 8.69% (promedio).

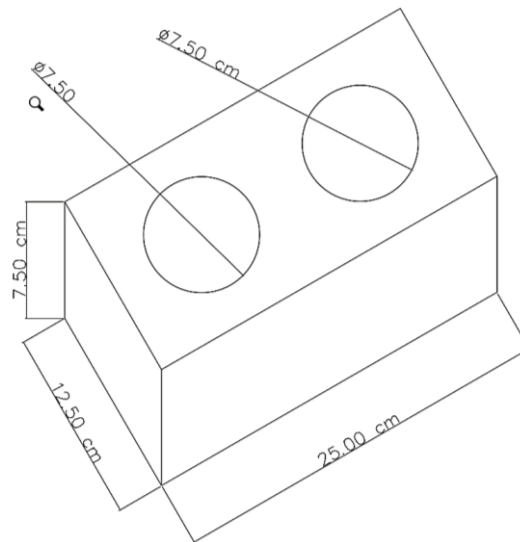
### 3.1.3. Dimensionamiento geométrico de los ladrillos tipo lego (Objetivo N°02).

La determinación de las dimensiones óptimas se basó en la norma técnica peruana, en la cual para ladrillos artesanales y tipo lego de anclaje superior de uso en tabiquería de muros no estructurales recomienda un largo de 22 a 30 cm, un ancho de 10 a 15 cm, una altura de 7 a 10 cm, diámetro de insertos de 6 a 8 cm y una equidistancia de insertos de 8 a 15 cm. Para la fabricación de

nuestros ladrillos se eligió de ancho 12.50 cm, de largo 25 cm, de alto 7.50 cm, diámetro de insertos de 7.50 cm y la equidistancia de 12 cm.

**Figura 3**

*Dimensionamiento de los ladrillos tipo lego.*



### 3.2. Dosificación de la mezcla para la fabricación de las unidades de albañilería (Objetivo N 03).

#### 3.2.1. Mezcla de cemento arcilla

Según la sociedad estadounidense para pruebas y materiales (ASTM) el cemento tendría un MF de 10 y del estudio de mecánica de suelos deducimos que el MF de la arcilla es de 4.9%. Así aplicando la fórmula tenemos:

$$\%AF_{Ar} = \frac{0.1 - 0.149}{0.1 - 0.49} \times 100$$

$$\%AF_{Ar} = 12.56 \%$$

Por lo tanto, se tiene que:

$$\frac{\%AF_{Ar}}{\%AF_C} = \frac{12.56}{87.44}$$

Quiere decir que por cada bolsa de cemento que se utilice, se utilizará 6 Kg de arcilla.

Por lo tanto, la dosificación sería de cemento arcilla igual a 1:6.

#### 3.2.2. Mezcla de cemento-arcilla-arena

Según la sociedad estadounidense para pruebas y materiales (ASTM) el cemento tendría un MF de 2.6 %. Así se tiene lo siguiente:

$$\%AF_M = \frac{0.026-0.1256}{0.026-0.1516} \times 100 = 80.00 \%$$

Por lo tanto, se tiene que:

$$\frac{\%AF_{Arena}}{\%AF_{Mezcla}} = \frac{20.00}{80.00} = \frac{1}{4}$$

Por cada unidad de mezcla le corresponde la cuarta parte de arena.

### 3.2.3. Porcentaje de adición de agua.

Por último, la cantidad de agua adecuada es aleatoria y depende de la experiencia del fabricante. La norma brinda dos indicaciones: la cantidad de agua es la ideal cuando se puede formar una esfera con la mezcla de concreto y que esta mezcla no presente superficie o película de humedad. Según otras experiencias en el Perú, indican que el porcentaje de humedad de esa mezcla debe variar entre un 7%-9% para obtener una cantidad óptima de agua (Morales, 2013). Se eligió un 8%.

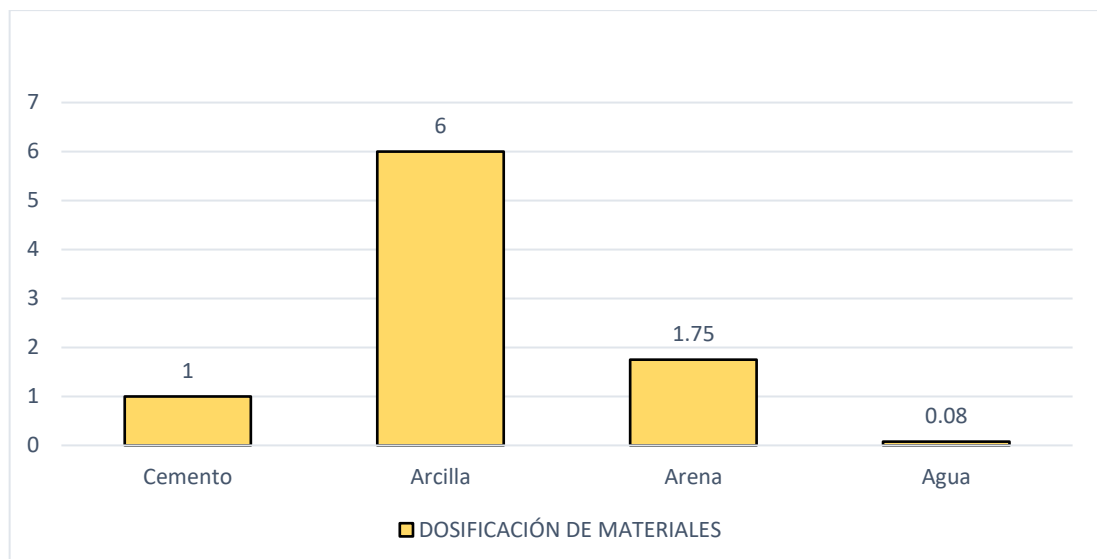
### 3.2.4. Diseño de mezcla final.

Finalmente, las proporciones entre los materiales (cemento-arcilla-arena-agua) nos queda:

$$1 : 6 : 1.75 : 0.08$$

**Figura 4**

*Dosificación de los ladrillos*



En la figura 4, se muestra la dosificación utilizada, se ve que para una bolsa de cemento se utiliza una proporción de 255 Kg de arcilla, 74.38 de arena y el 8% de agua por unidad de mezcla.



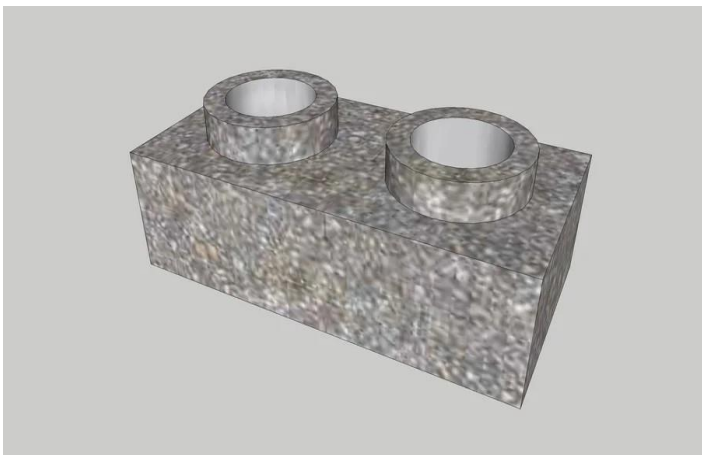
### 3.3. Fabricación de los ladrillos tipo lego.

Se realizó la elaboración de los ladrillos con el siguiente procedimiento:

- a) Se inicia con la localización de la cantera de arcilla.
- b) Se extrae la arcilla y se realiza la selección del material a utilizar, también se libera de piedras, basura, hierbas, etc. Una vez determinado que el suelo arcilloso a utilizar es óptimo, se tamizó los materiales a utilizar con una malla de 3/8 de pulgada.
- c) El material que se retuvo en la zaranda (terrones), se pulverizó de manera manual y se volvió a zarandear.
- d) Se realizó el tamizado de la arena con una zaranda N°04 y una malla N°50.
- e) Se realizó el mezclado de los materiales, teniendo en cuenta la dosificación correcta.
- f) Se realizó la elaboración de los ladrillos en una máquina industrial básica.
- g) Se realizó el secado de los ladrillos.

#### Figura 5

*Isométrico 3D de los ladrillos lego*



### 3.4. Ensayos mecánicos y de absorción a las unidades de albañilería.

Transcurridos los primeros 7 días de secado, se traslada 10 muestras a laboratorio, las cuales son sometidas a ensayos de rotura; se obtuvo una resistencia de 35.01 Kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días de secado se trasladó 10 muestras a laboratorio, siendo sometidas a ensayo de rotura, obteniendo una resistencia de 36.25 Kg/cm<sup>2</sup>. A los 21 días se trasladó 10 muestras a laboratorio, siendo sometidas a ensayo de rotura, obteniendo una resistencia de 39.63 Kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, a los 28 días se trasladó 15 muestras a laboratorio, para ser sometidas a ensayo de rotura (15 muestras) y a

ensayo de absorción (10 muestras), obteniendo una resistencia de 40.55 Kg/cm<sup>2</sup> y una absorción del 11%.

**Tabla 7**

*Resistencia a la compresión de ladrillo tipo lego a los 07 días de secado*

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	A (cm)	L (cm)	H (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	7	12.5	25	7.5	312.5	10976	35.1	
M-2	7	12.5	25	7.5	312.5	10856	34.7	
M-3	7	12.5	25	7.5	312.5	10756	34.4	
M-4	7	12.5	25	7.5	312.5	10896	34.9	
M-5	7	12.5	25	7.5	312.5	10875	34.8	
M-6	7	12.5	25	7.5	312.5	10698	34.2	35.01
M-7	7	12.5	25	7.5	312.5	10654	34.1	
M-8	7	12.5	25	7.5	312.5	10987	35.2	
M-9	7	12.5	25	7.5	312.5	11569	37.0	
M-10	7	12.5	25	7.5	312.5	11145	35.7	

**Tabla 8**

*Resistencia a la compresión de ladrillo tipo lego a los 14 días de secado*

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	A (cm)	L (cm)	H (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	14	12.5	25	7.5	312.5	11237	36.0	
M-2	14	12.5	25	7.5	312.5	11345	36.3	
M-3	14	12.5	25	7.5	312.5	11298	36.2	
M-4	14	12.5	25	7.5	312.5	11291	36.1	36.25
M-5	14	12.5	25	7.5	312.5	11287	36.1	
M-6	14	12.5	25	7.5	312.5	11345	36.3	
M-7	14	12.5	25	7.5	312.5	11493	36.8	

M-8	14	12.5	25	7.5	312.5	11275	36.1
M-9	14	12.5	25	7.5	312.5	11288	36.1
M-10	14	12.5	25	7.5	312.5	11431	36.6

**Tabla 9**

*Resistencia a la compresión de ladrillo tipo lego a los 21 días de secado*

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	A (cm)	L (cm)	H (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	21	12.5	25	7.5	312.5	12345	39.5	39.63
M-2	21	12.5	25	7.5	312.5	12315	39.4	
M-3	21	12.5	25	7.5	312.5	12849	41.1	
M-4	21	12.5	25	7.5	312.5	12764	40.8	
M-5	21	12.5	25	7.5	312.5	12135	38.8	
M-6	21	12.5	25	7.5	312.5	12293	39.3	
M-7	21	12.5	25	7.5	312.5	12274	39.3	
M-8	21	12.5	25	7.5	312.5	12279	39.3	
M-9	21	12.5	25	7.5	312.5	12304	39.4	
M-10	21	12.5	25	7.5	312.5	12287	39.3	

**Tabla 10**

*Resistencia a la compresión de ladrillo tipo lego a los 28 días de secado*

Ensayo de módulo de rotura en adobe								
Ensayo	Edad (Días)	A (cm)	L (cm)	H (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	7	12.5	25	7.5	312.5	12674	40.6	40.55
M-2	7	12.5	25	7.5	312.5	12679	40.6	
M-3	7	12.5	25	7.5	312.5	12672	40.6	
M-4	7	12.5	25	7.5	312.5	12686	40.6	
M-5	7	12.5	25	7.5	312.5	12697	40.6	

M-6	7	12.5	25	7.5	312.5	12661	40.5
M-7	7	12.5	25	7.5	312.5	12653	40.5
M-8	7	12.5	25	7.5	312.5	12692	40.6
M-9	7	12.5	25	7.5	312.5	12656	40.5
M-10	7	12.5	25	7.5	312.5	12654	40.5
M-11	7	12.5	25	7.5	312.5	12656	40.5
M-12	7	12.5	25	7.5	312.5	12621	40.4
M-13	7	12.5	25	7.5	312.5	12612	40.4
M-14	7	12.5	25	7.5	312.5	12605	40.3
M-15	7	12.5	25	7.5	312.5	12632	40.4

**Tabla 11**

*Resultados de ensayo a absorción por saturación de 24 horas*

Ensayo de módulo de rotura en adobe								
Ensayo	Edad (Días)	A (cm)	L (cm)	H (cm)	Peso seco al horno (Kg)	Peso saturado (24 h) en KG	% Absorción	% Absorción promedio
M-1	7	12.5	25	7.5	4.13	4.54	10%	
M-2	7	12.5	25	7.5	4.21	4.67	11%	
M-3	7	12.5	25	7.5	4.17	4.56	9%	
M-4	7	12.5	25	7.5	4.14	4.59	11%	
M-5	7	12.5	25	7.5	4.21	4.62	10%	
M-6	7	12.5	25	7.5	4.14	4.65	12%	11%
M-7	7	12.5	25	7.5	4.14	4.53	9%	
M-8	7	12.5	25	7.5	4.16	4.67	12%	
M-9	7	12.5	25	7.5	4.12	4.66	13%	
M-10	7	12.5	25	7.5	4.17	4.68	12%	

### 3.5. Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del ladrillo lego con el ladrillo convencional y con la norma técnica peruana

Los ladrillos tipo lego tienen una resistencia máxima a los 28 días de 40.55 Kg/cm<sup>2</sup>, los ladrillos Lark tienen 39.80 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo ambos mayores a la resistencia de la norma técnica peruana que pide un mínimo de 36 Kg/cm<sup>2</sup>. En

cuanto a absorción la NTP un porcentaje de absorción menor a 22%, el ladrillo de la marca Lark tiene 13% y el tipo lego resulta un porcentaje de absorción de 13%.

**Tabla 12**

*Comparación de propiedades físico mecánicas de los ladrillos tipo lego con el ladrillo convencional y la NTP.*

Tipo	Clase	Dimensiones			Peso (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Absorción (%)
		L (cm)	A (cm)	H (cm)			
Norma técnica peruana (NTP)	Pandereta	23.00	10.50	9.00	2.2	36	<22%
LARK	Pandereta	23.00	10.50	9.00	1.9	39.8	13
Tipo Lego	Pandereta	25.00	12.50	7.50	2.5	40.55	11

*Fuente: NTP 331.017 y ficha técnica ladrillos Lark*

### 3.6. Análisis técnico económico de la producción de ladrillos tipo lego

#### 3.6.1. Cantidad de mano de obra, materiales, equipos y herramientas a utilizar

A continuación, se muestran los pesos unitarios de los materiales utilizados:

**Tabla 13**

*Pesos específicos de la arcilla y arena*

Arcilla	Arena
2710 Kg/cm <sup>3</sup>	1600 Kg/cm <sup>3</sup>

*Fuente: NTP 331.017 y estudio de mecánica de suelos.*

Del diseño de mezcla calculado: 1 : 6 : 1.75 : 0.08. Calculamos los aportes unitarios de cada material, mano de obra, equipos y herramientas.

**Tabla 14***Aporte unitario de mano de obra, materiales, equipos y herramientas*

<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Aporte unitario</b>
Producción diaria (lad/día).			80
<b>Materiales</b>			
Cemento	Bls	1.000000	0.01250000
Arcilla	m3	0.094090	0.00117613
Arena	m3	0.046480	0.00058100
Agua	m3	0.003400	0.00004250
<b>Equipos y herramientas</b>			
Maquina prensadora	hm	8.000000	0.10000000

**3.6.2. Cotización y análisis de costos unitarios****Tabla 15***Análisis de costo unitario para unidad de albañilería*

<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PC-01</b>	<b>PC-02</b>	<b>PC-03</b>	<b>PP</b>	<b>Total</b>
<b>Materiales</b>							
Cemento	Bls	0.012500	34.00	33.00	33.00	33.33	0.416666667
Arcilla	m3	0.001176	45.00	40.00	40.00	41.67	0.049005208
Arena	m3	0.000581	60.00	60.00	60.00	60.00	0.03486
Agua	m3	0.000043	2.30	2.30	2.30	2.30	0.00009775
<b>Equipos y herramientas</b>							
Maquina prensadora	hm	0.100000	6.25	6.50	7.00	6.58	0.658333333
<b>Precio total</b>							<b>1.158962958</b>

**Tabla 16**

*Tabla de comparación de los ladrillos Lark y tipo lego con la norma técnica peruana (NTP 331.017).*

Tipo	Clase	Tipo de fabricación	Peso (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Absorción (%)	Precio (soles)
Norma técnica peruana (NTP)	Pandereta	Industrial y artesanal	2.2	36	<22%	-----
LARK	Pandereta	Industrial	1.9	39.8	13	1.1
Tipo Lego	Pandereta	Artesanal	2.5	40.55	11	1.16

#### IV. DISCUSIÓN

- ✓ En el diseño geométrico de los ladrillos se utilizó 12.5 x 25 x 7.5 cm, lo cual es menor a lo utilizado por Gareca & Andrade que fabricaron ladrillo de 13 x 28 x 8 cm, pero mayor a los ladrillos fabricados por Morales & Téllez que fabricaron ladrillos de 12 x 25 x 7. En ambos casos las dimensiones de fabricación son similares.
- ✓ La humedad promedio obtenida es de 20.06% y la densidad aparente de 1.69 g/cm<sup>3</sup>, esto difiere, pero a la vez es próxima al suelo usado por Morales & Téllez los cuales usaron arcilla con una humedad de 19.87% y una densidad aparente de 1.71 g/cm<sup>3</sup> para la fabricación de sus unidades de albañilería.
- ✓ Nos encontramos ante un suelo con un peso específico en, masa en g/cm<sup>3</sup> de 3.71 (promedio) y un porcentaje de absorción de 8.69% (promedio). Esto difiere y a la vez es próxima de los resultados encontrados por Vargas & Toche, los cuales identificaron en el material utilizado para la fabricación de sus unidades de albañilería valores de 2.95 de peso específico y una absorción promedio de 7.84% y aun así no se vio una excesiva variación en sus resultados obtenidos.
- ✓ En lo referente a los límites de Atterberg, Nos encontramos ante un material con un límite líquido 34.41 %, un límite de plástico de 16.2% y un índice de plasticidad de 18.2%. Esto se aproxima a lo encontrado por Vargas & Toche, los cuales encontraron para el límite líquido 35.23 %, un límite de plástico de 17.1% y un índice de plasticidad de 18.6%.
- ✓ En los ensayos mecánicos a los que se sometió a los especímenes se obtuvo un esfuerzo a la rotura promedio de 24.43 Kg/cm<sup>2</sup>. Esto se aproxima a lo encontrado por Vargas & Toche, los cuales encontraron que sus unidades de albañilería tenían un esfuerzo a la rotura promedio de 25.32 Kg/cm<sup>2</sup> y difiere de lo encontrado por Morales & Téllez, los cuales encontraron que sus unidades de albañilería tenían un esfuerzo a la rotura promedio de 27.46 Kg/cm<sup>2</sup>.



## V. CONCLUSIONES

- ✓ Se extrajo material de la ciudad Chachapoyas, Amazonas para la elaboración de los ladrillos lego. Este material se sometió a ensayos de laboratorio: Estamos ante un suelo del tipo CL, con un contenido de humedad promedio de 20.03%, con una densidad natural promedio de  $1.69 \text{ g/cm}^3$ , con un límite líquido del 34.41%, plástico del 16.2%, índice de plasticidad de 18.2%, peso específico de  $3.71 \text{ g/cm}^3$  y un porcentaje de absorción del 8.69%. Las dimensiones elegidas para cada espécimen de ladrillo fueron de 12.5 x 25 x 7.5 cm.
- ✓ Para la fabricación de nuestros ladrillos se eligió de ancho 12.50 cm, de largo 25 cm, de alto 7.50 cm, diámetro de insertos de 7.50 cm y la equidistancia de 12 cm.
- ✓ La dosificación para la elaboración de los ladrillos lego es de 42.12:4.68:46.8 de agua-arcilla, cemento y arena respectivamente.
- ✓ Se elaboró los ladrillos legos utilizando el procedimiento empírico-industrial recomendado por el técnico. Una vez secados los ladrillos y transcurridos 7, 14, 21 y 28 días, se sometió a ensayos de laboratorio (rotura de probetas).
- ✓ En total se rompieron 45 especímenes de ladrillos. 10 a los 7 días con una resistencia de  $35.01 \text{ Kg/cm}^2$  y un porcentaje de absorción de 11%, 10 a los 14 días con una resistencia de  $36.25 \text{ Kg/cm}^2$ , 10 a los 21 días con una resistencia de  $39.63 \text{ Kg/cm}^2$  y finalmente 15 a los 28 días con una resistencia de  $40.55 \text{ Kg/cm}^2$ .
- ✓ Los ladrillos tipo lego tienen una resistencia máxima a los 28 días de  $40.55 \text{ Kg/cm}^2$ , los ladrillos Lark tienen  $39.80 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo ambos mayores a la resistencia de la norma técnica peruana que pide un mínimo de  $36 \text{ Kg/cm}^2$ . En cuanto a absorción la NTP un porcentaje de absorción menor a 22%, el

ladrillo de la marca Lark tiene 13% y el tipo lego resulta un porcentaje de absorción de 13%. En cuanto a costo, según las cotizaciones un ladrillo convencional de la marca Lark se encuentra en S/1.10 y en el caso nuestro resultó un precio por unidad de S/1.16. El ladrillo tipo lego excede en 0.06 soles al ladrillo de la marca Lark.

## VI. RECOMENDACIONES


- ✓ A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:  
*Brindar cursos de sistemas constructivos no convencionales como: Sistema RBS, sistema drywall, sistemas legos, etc.*
  
- ✓ A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:  
*Inducir a los estudiantes a realizar investigaciones sobre las sismorresistencia de viviendas construidas con los ladrillos tipo lego.*
  
- ✓ Al Colegio de Ingenieros del Perú consejo departamental Amazonas:  
*Brindar capacitaciones a los ingenieros sobre sistemas constructivos no convencionales como: Sistema RBS, sistema drywall, sistemas legos, etc.*
  
- ✓ A la población de la ciudad de Chachapoyas:  
*Construir sus muros perimétricos o estructuras no portantes con los ladrillos tipo lego, ya que son de fácil ensamblaje y muy económicos para ese tipo de estructuras.*

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bulú, R. D. R., & Delgado, S. J. L. (2019). Elaboración de ecoladrillos para promover la reutilización de residuos inorgánicos en la institución educativa San Martín de Thours. Reque, 2019.
- Castañeda R. Hugo A. & Escalante C. Mark S. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos compuestos de aserrín-cemento tipo lego, para viviendas modulares en la Amazonía peruana. Lima- Perú.
- Gareca, M., & Andrade, M. (2020). Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos. 25–61.
- Morales, D. marco R. O., & Téllez, L. H. A. (n.d.). LADRILLOS CON ADICION DE PET. Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro.
- Norma Técnica Peruana (NTP 331.017 ) fabricación de unidades de albañilería.
- Vargas, J. R., & Toche, V. R. A. (2014). Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados.

# ANEXOS

## ANEXO N° 01: ENSAYOS REALIZADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL:

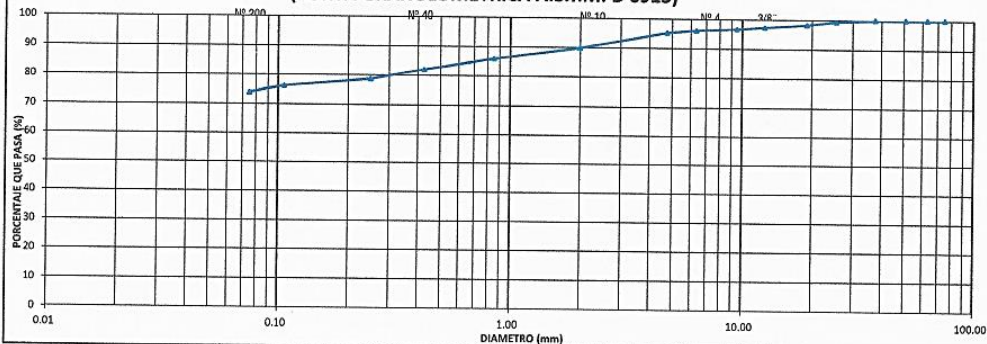
 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>358 -M1-001</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>PROYECTO :</b>	*FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONOMICA EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS*		<b>JEFE DE CALIDAD</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.	
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO: CHACHAPOYAS; PROVINCIA: CHACHAPOYAS; DEPARTAMENTO: AMAZONAS.		<b>TEC. LAB :</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA	
<b>SOLICITANTE :</b>	PUERTA HUAMAN DEYWER MARK		<b>ASISTENTE:</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES ESTRUCTURALES</b>		
<b>CALICATA :</b>	C - 1	<b>CODIGO MUESTRA:</b>	358 -M1-001	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.00 m. A 2.10 m.
<b>MUESTRA :</b>	M - 1	<b>FECHA :</b>	ABRIL - 2023	<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	NORMA A.S.T.M. D 2487
			<b>CL</b>		

### STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 6913 METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

EL ENSAYO DE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 204


FRACCION	TAMIZ		P.RET	P.RET	% PORCENTAJE	% PORCENTAJE	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	N°	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACULATIVO		TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	22115.3	
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
	2"	50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCIÓN FINA	30.3	
	1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0			
	1"	25.40	119.5	119.5	0.6	0.6	99.4	MUESTRA TOTAL SECA		
	3/4"	19.00	212.0	331.5	1.2	1.8	98.2	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr) ENTRE [s1° 10 Y s1° 200]	128.3	
	1/2"	12.50	167.5	499.0	0.9	2.7	97.3	PESO TOTAL MUESTRA SECA ≥ N° 4 (gr)	899.0	
	3/8"	9.50	126.5	625.5	0.7	3.4	96.6	ANALISIS FRACCION GRUESA		
	1/4"	6.35	115.0	740.5	0.6	4.0	96.0	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	18425.0	
	N° 4	4.75	158.5	899.0	0.9	4.9	95.12	ANALISIS FRACCION FINA		
FRACCION FINA	N° 10	2.00	32.4	1881.4	5.3	10.2	89.8	TOTAL W G = 899		
	N° 20	0.85	24.2	2615.2	4.0	14.2	85.8	ANALISIS FRACCION FINA		
	N° 40	0.43	23.7	3333.8	3.9	18.1	81.9	% QUE PASA	MALLA N° 4	95.12
	N° 60	0.25	18.9	3906.9	3.1	21.2	78.8	FRACCION SECA	S =	578.0
	N° 140	0.106	15.3	4370.8	2.5	23.7	76.3			
	N° 200	0.08	13.8	4789.3	2.3	26.0	74.0			
	PASA LA N° 200	--	449.7	18425.0	74.0	100.0				
TOTAL			18425.0							

(CURVA GRANULOMETRICA A.S.T.M. D 6913)



D60 =		D30 =		D10 =	
Cu =		Cc =			

<b>OBSERVACIONES:</b>	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA ( A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES ), Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
<b>NORMAS QUE IMPLICAN EL ENSAYO</b>	MTC E 205 - MTC E 203 - NTP 400.022 - MTC E 201 - ASTM C 128 - AASTHO T84 - ASTM C 128

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.**  
  
**CARLOS MONTENEGRO GUEVARA**  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI. 76795602

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.**  
  
**JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 218806

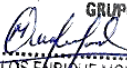
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.**  
  
**ELMER TANTARICO FERNANDEZ**  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316


 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>				
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>358 -M1-001</b>				
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>					
<b>PROYECTO :</b>	'FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS'		<b>JEFE DE CALIDAD</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.				
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO: CHACHAPOYAS; PROVINCIA: CHACHAPOYAS; DEPARTAMENTO: AMAZONAS.		<b>TECNICO DE LAB :</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA				
<b>SOLICITANTE :</b>	PUERTA HUAMAN DEYWER MARK		<b>ASIS. DE LAB.:</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ				
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES ESTRUCTURALES</b>					
<b>CALICATA :</b>	C - 1	<b>CODIGO MUESTRA:</b>	358 -M1-001	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.00 m. A 2.10 m.	<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	NORMA A.S.T.M. D 2487	<b>CL</b>
<b>MUESTRA :</b>	M - 1	<b>FECHA :</b>	ABRIL - 2023					


**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216  
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**


<b>CALICATA :</b>	<b>C - 1</b>		
<b>MUESTRA :</b>	<b>M - 1</b>		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	208.83	214.23	210.63
W (tara + M Seca) gr	178.40	182.70	179.70
W agua (gr)	30.43	31.53	30.93
W tara (gr)	25.50	26.04	25.50
W Muestra Seca (gr)	152.90	156.66	154.20
W(%)	19.90%	20.13%	20.06%
<b>W (%) Promedio :</b>	20.03%		

<b>NORMAS DE REFERENCIA</b>	MTC E 108 ; ASTM D 2216 ; ASTM D 4220-89
-----------------------------	--

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**GRUPO P.R.**  
  
**CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA**  
**TECNICO DE LABORATORIO**  
**DNI. 76795602**

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**GRUPO P.R.**  
  
**ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP: 210200**


**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**GRUPO P.R.**  
  
**SACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ**  
**ASISTENTE DE LABORATORIO**  
**DNI 47655316**


 <b>GRUPO PHURA</b> <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>358 -M1-001</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>PROYECTO :</b>	*FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONOMICA EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS*			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO: CHACHAPOYAS. PROVINCIA: CHACHAPOYAS. DEPARTAMENTO: AMAZONAS.			<b>TECNICO DE LAB. :</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	PUERTA HUAMAN DEYWER MARK			<b>ASIS. DE LAB. :</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES ESTRUCTURALES</b>		
<b>CALICATA :</b>	C - 1	<b>CODIGO MUESTRA:</b>	358 -M1-001	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0,00 m. A 2,10 m.
<b>MUESTRA :</b>	M - 1	<b>FECHA :</b>	ABRIL - 2023	<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	NORMA A.S.T.M. D 2487
					<b>CL</b>


**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)**  
**A.S.T.M. D 2937**


<b>CALICATA :</b>	C - 1		
<b>MUESTRA :</b>	M - 1		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
W Cilindro + M.Natural (gr)	412.70	414.50	413.60
W Cilindro (gr)	240.09	240.00	240.00
W M. Natural (gr)	172.70	174.50	173.60
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.69	1.69
Densidad Natural Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69		

**OBSERVACIONES:**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
  
 CARLOS MONTENEGRO GUEVARA  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI. 76795602

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
  
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. G.P.: 218509

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
  
 ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316

 <b>GRUPO PHURA</b> <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR		SECTOR :	LABORATORIO	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		CODIGO:	358 -M1-001	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	*FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS*		JEFE DE CALIDAD	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CHACHAPOYAS; PROVINCIA: CHACHAPOYAS; DEPARTAMENTO: AMAZONAS.		TECNICO DE LAB :	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA	
SOLICITANTE :	PUERTA HUAMAN DEYWER MARK		ASISTENTE DE LAB :	ELMER TANTARICO FERNANDEZ	
DATOS DEL MUESTREO					
CALICATA :	C - 1	CODIGO MUESTRA:	358 -M1-001	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 2.10 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	ABRIL - 2023	CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES ESTRUCTURALES	CL
NORMA A.S.T.M. D 2487					

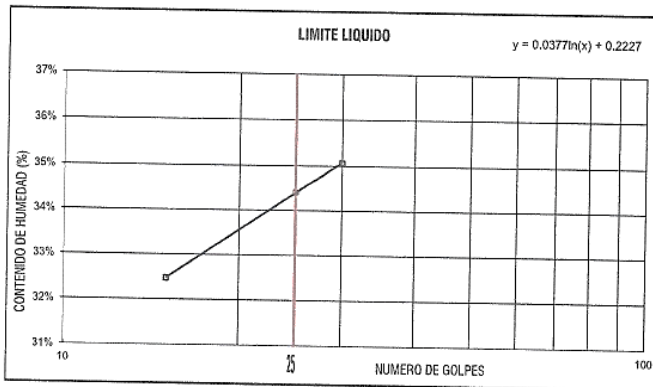
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318  
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	10	11	12
Wt+ M.Húmeda (gr)	32.72	34.45	35.76
Wt+ M. Seca (gr)	28.50	29.60	30.50
W agua (gr)	4.22	4.85	5.26
W tara (gr)	15.50	15.50	15.50
W M.Seca (gr)	13.00	14.10	15.00
W(%)	32.46%	34.40%	35.07%
N.GOLPES	15	25	30

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	15	16	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	36.27	37.28	
Wt+ M. Seca (gr)	34.80	35.60	
W agua (gr)	1.47	1.68	
W tara (gr)	25.50	25.50	
W M.Seca (gr)	9.30	10.10	
W(%)	15.8%	16.6%	16%

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	60°C
CONTENIDO DE HUMEDAD	110° C
AGUA USADA	60°C
DESTILADA	110° C
POTABLE	
OTRA	

LIMITE LIQUIDO (%)	34.41
LIMITE PLASTICO (%)	16.2
IP (%)	18.2



UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223


BSERVACIONE: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.  
*Carlos Enrique Montenegro Guevara*  
CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI. 76785602

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.  
*Il Jenner Kimbel Ramos Diaz*  
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
IL JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 219800

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.  
*Elmer A. Tantarico Fernandez*  
ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316



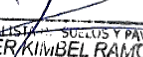
 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	DATOS DEL PROYECTO		CODIGO:	20DS321

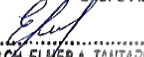
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONOMICA EN LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS*			JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIA
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHACHAPOYAS – PROVINCIA DE CHACHAPOYAS – DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			TECNICO DE LAB :	JIAN CARLOS CHUQUIHUANCA FI
SOLICITANTE :	PUERTA HUAMAN DEYWER MARK			ASISTENTE:	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
DATOS DEL MUESTREO				DATOS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS	
MUESTRA :	M - 1	CODIGO MUESTRA:	20DS321-G.E-001	USO :	GRAVEDAD ESPECIFICA
PROFUNDIDAD:	0.00 m. A 2.10 m.			FECHA :	ABRIL - 2023
				FRECUENCIA :	m3

<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINA</b>  <b>A.S.T.M. C 128</b>
--

ENSAYO N°	1	1	1	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) A	485.00	485.00	485.00	
PESO DEL PICONOMETRO LLENO DE AGU (gr) B	888.00	886.00	889.00	
PESO TOTAL DEL PICONOMETRO AFORADO CON MUESTRA Y LLENA DE AGUA (gr) C	1221.00	1219.00	1220.00	
PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) S	500.00	500.00	500.00	
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)	2.73	2.69	2.71	2.71
ABSORCIÓN (%)	8.65	8.74	8.69	8.69

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**GRUPO P.R.**  
  
**CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA**  
**TECNICO DE LABORATORIO**  
**DNI. 76795602**

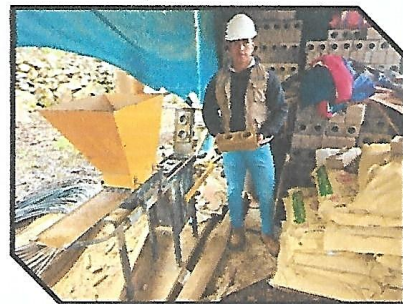
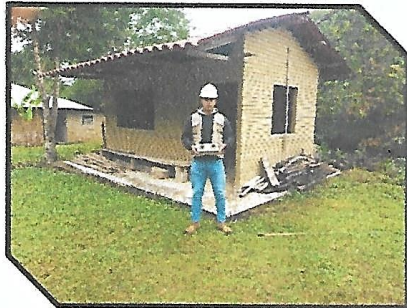
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**GRUPO P.R.**  
  
**JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP: 218809**

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**GRUPO P.R.**  
  
**ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ**  
**ASISTENTE DE LABORATORIO**  
**DNI 47655316**

**ANEXO N° 02: ENSAYOS ROTURA Y ABSORCIÓN DE PROBETAS  
LADRILLOS LEGO:**

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, CERRAJONES, GEOTECNIA, MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES, INGENIERIA DE CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y LABORATORIOS, PRUEBAS DE INGENIERÍA EN GENERAL.	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE- 2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com			

**INFORME DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE  
TESTIGOS LADRILLO TIPO LEGO**



**PROYECTO:**

**“FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO  
LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA  
ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS”**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Maximo E. Coiza*  
**MAXIMO E. COIZA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 58472

**CHACHAPOYAS-AMAZONAS, ABRIL - 2023**

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERAS, INGENIERÍA DE CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y LABORATORIO, PROYECTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL.	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE-2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com			

## ÍNDICE

I.	GENERALIDADES.....	3
	1.1. Objetivo del estudio.....	3
	1.2. Ubicación y descripción del área de estudio.....	3
II.	INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	3
	2.1. Trabajos de campo.....	3
III.	TRABAJOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	3
	3.1. Ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería.....	3
	3.2. Ensayo de absorción en unidades de albañilería.....	3
IV.	CONCLUSIONES.....	4
	ANEXO.....	6
	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	6

  
**MAXIMO E. COYLA QUIZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 58472

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTOS, INGENIERÍA DE CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y LABORATORIO, PROCEDIMIENTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL.	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE-2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com			

## I. GENERALIDADES.

### 1.1. Objetivo del estudio.

El presente informe técnico tiene por finalidad dar a conocer los resultados de los ensayos de rotura de testigos de ladrillo tipo lego. para la ejecución del proyecto de tesis: "Fabricación de unidades de albañilería tipo lego para la construcción de una vivienda económica en la ciudad Chachapoyas"

### 1.2. Ubicación y descripción del área de estudio.

El lugar de proveniencia de los materiales con los que fueron fabricados los ladrillos tipo lego fue la ciudad de Chachapoyas, Amazonas. El lugar de rotura de los testigos fue la ciudad de Chachapoyas, Amazonas.

## II. INVESTIGACIONES DE CAMPO

### 2.1. Trabajos de campo.

No se realizaron trabajos de campo, las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

## III. TRABAJOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

### 3.1. Ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería.

Se indica como resistencia a la compresión del lote de ladrillo a el promedio de los valores obtenidos para cada muestra en Kg/cm<sup>2</sup>.

Como materiales y equipo tenemos a la máquina de las empleadas en el laboratorio para ensayos de compresión, debiendo estar prevista para la aplicación de la carga de un rodillo de metal endurecido. Se contó con 55 muestras de ladrillos tipo lego con dos huecos (45 probetas de rotura y 10 de absorción).

### 3.2. Ensayo de absorción en unidades de albañilería.

Se indica como absorción del lote de ladrillos al promedio de los porcentajes individuales calculados para cada una de los especímenes, sin decimales.

Materiales y Equipos

Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.

Recipiente de agua que pueda contener las muestras completamente sumergidas

Horno con libre circulación de aire que permita contener una temperatura

La muestra está constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según la Norma Técnica Peruana N° 331.019.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
**MAXIMO E. COYLA QUIZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 55472

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERAS, INGENIERÍA DE OMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y LABORATORIO, PRODUCTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE-2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com			

#### IV. CONCLUSIONES.

Correlacionado a los ensayos de laboratorio y según análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones.

- ✓ Los ladrillos tipo lego con un secado de 7 días presentan una resistencia a la compresión de 35.01 Kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Los ladrillos tipo lego con un secado de 14 días presentan una resistencia a la compresión de 36.25 Kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Los ladrillos tipo lego con un secado de 14 días presentan una resistencia a la compresión de 39.63 Kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Los ladrillos tipo lego con un secado de 28 días presentan una resistencia a la compresión de 40.55 Kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ El porcentaje de absorción que presentan los ladrillos luego de ser sometidos a una saturación de 24 horas es del 11%.
- ✓ Las muestras y panel fotográfico fueron entregadas por el solicitante.
- ✓ Se realizaron de manera correcta y con la participación del bachiller los ensayos de rotura y absorción de las muestras proporcionadas.

  
 INSTITUTO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
**MAXIMO E. COVA QUIZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 58472

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERAS, INGENIERÍA DE CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, ENSAYOS DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y LABORATORIOS, PROYECTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL.	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE-2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com			

# ANEXO

## ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 -----  
**MAXIMILIANO COYLA QUIZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18472

JR. SANTO DOMINGO CDRA.11-INTERIOR N°03

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS METÉOROLÓGICOS, SELECCIONES, SELECCIÓN DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y LABORATORIO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE-2023</b>
<i>CONSULTE EN: <a href="mailto:LABORATORIO@grupalab.com">LABORATORIO@grupalab.com</a></i>			

DATOS DEL PROYECTO			
<b>PROYECTO:</b>	FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS		
<b>UBICACIÓN:</b>	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS.		
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN		
DATOS DEL MUESTREO			
<b>TIPO DE TESTIGO</b>	A	<b>CANTIDAD DE DIAS DE SECADO</b>	7 DIAS
<b>FECHA DE FABRICACIÓN</b>	02-04-2023	<b>TIPO DE ENSAYO</b>	C
		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	10-04-2023

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	7	12.5	25	7.5	312.5	10976	35.1	35.01
M-2	7	12.5	25	7.5	312.5	10856	34.7	
M-3	7	12.5	25	7.5	312.5	10756	34.4	
M-4	7	12.5	25	7.5	312.5	10896	34.9	
M-5	7	12.5	25	7.5	312.5	10875	34.8	
M-6	7	12.5	25	7.5	312.5	10698	34.2	
M-7	7	12.5	25	7.5	312.5	10654	34.1	
M-8	7	12.5	25	7.5	312.5	10987	35.2	
M-9	7	12.5	25	7.5	312.5	11569	37.0	
M-10	7	12.5	25	7.5	312.5	11146	35.7	

LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES  
 M. Sc. J. R. SANTO DOMINGO  
 10/04/2023

JR. SANTO DOMINGO CDRA.11-INTERIOR N°03

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERAS, INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFO, TUBERÍAS DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y LABORATORIO, PROYECTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE- 2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: <a href="mailto:GEAR_SOLUCIONES_PAVIMENTOS@gmail.com">GEAR_SOLUCIONES_PAVIMENTOS@gmail.com</a>			

DATOS DEL PROYECTO			
PROYECTO:	-FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS		
UBICACIÓN:	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS.		
SOLICITANTE:	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN		
TIPO DE TESTIGO	A	CANTIDAD DE DIAS DE SECADO	14 DIAS
FECHA DE FABRICACIÓN	02-04-2023	TIPO DE ENSAYO	C
		FECHA DE ENSAYO:	16-04-2023

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	14	12.5	25	7.5	312.5	11237	36.0	<b>36.25</b>
M-2	14	12.5	25	7.5	312.5	11345	36.3	
M-3	14	12.5	25	7.5	312.5	11298	36.2	
M-4	14	12.5	25	7.5	312.5	11291	36.1	
M-5	14	12.5	25	7.5	312.5	11287	36.1	
M-6	14	12.5	25	7.5	312.5	11345	36.3	
M-7	14	12.5	25	7.5	312.5	11493	36.8	
M-8	14	12.5	25	7.5	312.5	11275	36.1	
M-9	14	12.5	25	7.5	312.5	11288	36.1	
M-10	14	12.5	25	7.5	312.5	11431	36.6	

JR. SANTO DOMINGO CDRA.11-INTERIOR N°03



<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERAS, INGENIERÍA DE CONCRECIÓN, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS Y LABORATORIO, PROFESORES DE INGENIERÍA EN GENERAL.	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE- 2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: <a href="mailto:GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com">GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com</a>			

DATOS DEL PROYECTO			
PROYECTO:	"FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBANILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONOMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS"		
UBICACION:	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS.		
SOLICITANTE:	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN		
DATOS DEL MUESTREO			
TIPO DE TESTIGO	A	CANTIDAD DE DIAS DE SECADO	21 DIAS
FECHA DE FABRICACION	02-04-2023	TIPO DE ENSAYO	C
		FECHA DE ENSAYO:	24-04-2023

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	21	12.5	25	7.5	312.5	12345	39.5	<b>39.63</b>
M-2	21	12.5	25	7.5	312.5	12315	39.4	
M-3	21	12.5	25	7.5	312.5	12849	41.1	
M-4	21	12.5	25	7.5	312.5	12764	40.8	
M-5	21	12.5	25	7.5	312.5	12136	38.8	
M-6	21	12.5	25	7.5	312.5	12293	39.3	
M-7	21	12.5	25	7.5	312.5	12274	39.3	
M-8	21	12.5	25	7.5	312.5	12279	39.3	
M-9	21	12.5	25	7.5	312.5	12304	39.4	
M-10	21	12.5	25	7.5	312.5	12287	39.3	

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. SANTO DOMINGO CDRA. 11-INTERIOR N°03

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOLÓGICOS, GEOTECNOLÓGICOS, CONSEJERÍA DE INGENIERÍA CIVIL, CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y LABORATORIO, PROYECTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE- 2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com			

DATOS DEL PROYECTO			
PROYECTO:	"FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS"		
UBICACIÓN:	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS.		
SOLICITANTE:	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN		
DATOS DEL MUESTREO			
TIPO DE TESTIGO	A	CANTIDAD DE DIAS DE SECADO	TIPO DE ENSAYO
FECHA DE FABRICACIÓN	02-04-2023	28 DIAS	FECHA DE ENSAYO: 01-05-2023

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	28	12.5	25	7.5	312.5	12674	40.6	<b>40.55</b>
M-2	28	12.5	25	7.5	312.5	12679	40.6	
M-3	28	12.5	25	7.5	312.5	12672	40.6	
M-4	28	12.5	25	7.5	312.5	12686	40.6	
M-5	28	12.5	25	7.5	312.5	12697	40.6	
M-6	28	12.5	25	7.5	312.5	12661	40.5	
M-7	28	12.5	25	7.5	312.5	12653	40.5	
M-8	28	12.5	25	7.5	312.5	12692	40.6	

  
 LABORATORIO DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO  
 DE CHACHAPOYAS  
 AV. DE LA UNIÓN N° 1017  
 CHACHAPOYAS, AMAZONAS  
 PERÚ

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIÓN, INGENIERÍA DE CONCRETO, ASISTENTE TECNOLÓGICO DE CALIDAD DEL CONCRETO, ASISTENTE TECNOLÓGICO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y LABORATORIO PROYECTOS DE INGENIERÍA EN GENERAL	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE-2023</b>
CORREO ELECTRÓNICO: <a href="mailto:GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com">GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com</a>			

DATOS DEL PROYECTO			
PROYECTO:	"FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS"		
UBICACIÓN:	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS.		
SOLICITANTE:	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN		
DATOS DEL MUESTREO			
TIPO DE TESTIGO	A	CANTIDAD DE DIAS DE SECADO	28 DIAS
FECHA DE FABRICACIÓN	02-04-2023	TIPO DE ENSAYO	C
		FECHA DE ENSAYO:	01-05-2023

Ensayo de módulo de rotura en ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Resistencia del adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M-9	28	12.5	25	7.5	312.5	12656	40.5	40.55
M-10	28	12.5	25	7.5	312.5	12654	40.5	
M-11	28	12.5	25	7.5	312.5	12656	40.5	
M-12	28	12.5	25	7.5	312.5	12621	40.4	
M-13	28	12.5	25	7.5	312.5	12612	40.4	
M-14	28	12.5	25	7.5	312.5	12605	40.3	
M-15	28	12.5	25	7.5	312.5	12632	40.4	

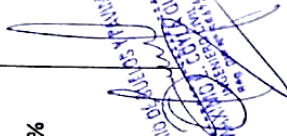
LABORATORIO DE INGENIERÍA EN PAVIMENTOS

JR. SANTO DOMINGO CDRA.11-INTERIOR N°03

<b>GRUPO LAB E.I.R.L</b>	ESTUDIOS, DISEÑOS, GESTIONES, COTIZACIONES, MECANICA DE SUELOS Y CANTERAS, INGENIERIA DE CIMENTACIONES, ESTABILIDAD DE TALUDES, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRA Y LABORATORIO, PROYECTOS DE INGENIERIA EN GENERAL	<b>TESIS</b>	<b>FECHA: DICIEMBRE-2023</b>
CORREO ELECTRONICO: <a href="mailto:GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com">GLAB_SUELOS_PAVIMENTOS@gmail.com</a>			

DATOS DEL PROYECTO			
PROYECTO:	"FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONOMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS"		
UBICACIÓN:	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS.		
SOLICITANTE:	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN		
DATOS DEL MUESTREO			
TIPO DE TESTIGO	A	CANTIDAD DE DIAS DE SATURACIÓN	1 DÍA
FECHA DE FABRICACIÓN	02-04-2023	TIPO DE ENSAYO	ABSORCIÓN
		FECHA DE ENSAYO:	01-05-2023

Ensayo de absorción de ladrillos tipo lego								
Ensayo	Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Peso seco al horno (Kg)	Peso saturado (24 h) en KG	% Absorción	% Absorción promedio
M-1	7	12.5	25	7.5	4.13	4.54	10%	11%
M-2	7	12.5	25	7.5	4.21	4.67	11%	
M-3	7	12.5	25	7.5	4.17	4.56	9%	
M-4	7	12.5	25	7.5	4.14	4.59	11%	
M-5	7	12.5	25	7.5	4.21	4.62	10%	
M-6	7	12.5	25	7.5	4.14	4.65	12%	
M-7	7	12.5	25	7.5	4.14	4.53	9%	
M-8	7	12.5	25	7.5	4.16	4.67	12%	
M-9	7	12.5	25	7.5	4.12	4.66	13%	

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES  
 INGENIERIA EN GENERAL

JR. SANTO DOMINGO CDRA.11-INTERIOR N°03

## ANEXO N° 02: PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE LABORATORIO AL MATERIAL:

**Foto 1.**

*Ensayo de granulometría en laboratorio.*



**Foto 2.**

*Límites de Atterberg-cuchara de Casagrande.*



**Foto 3.**

*Asistencia del técnico de laboratorio en los ensayos realizados.*



**Foto 4.**

*Secado de muestra en horno.*



## NEXO N° 03: ELABORACIÓN DE LADRILLOS TIPO LEGO

**Foto 5.**

*Molde utilizado para la elaboración de ladrillos tipo lego.*



**Foto 6.**

Zarandeo del material arcilla a utilizar en la fabricación de los ladrillos lego.



**Foto 7.**

*Material listo para ser mezclado.*



**Foto 8.**

*Mezclado de material para la fabricación.*





**Foto 9.**

*Volteado de mezcla en la máquina.*



**Foto 10.**

*Material listo para prensado.*



**Foto 11.**

*Prensado de mezcla para la elaboración del ladrillo tipo lego.*



**Foto 12.**

*Ladrillo tipo lego listo para el proceso de secado*



**Foto 13.**

*Ladrillo tipo lego listo para el proceso de secado.*



## ANEXO N° 03: Ficha técnica ladrillos Lark

### FICHA TÉCNICA



MANUAL APOYO	LADRILLO PANDERETA ACANALADA
--------------	------------------------------

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación del Bien	: PANDERETA ACANALADA		
Denominación técnica	: PANDERETA ACANALADA		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE TABIQUERIA		
Dimensiones (mm)	Alto	Ancho	L.Corte
	90	105	230
Peso	: 1.90 Kg.		
Unidades m <sup>2</sup>	: 36		



Anexos adjuntos:

Descripción general: Es el ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

##### DE LOS TIPOS DE LADRILLOS

Según la Norma NTP 399.613:2005 - 339.604 - 399.604 este ladrillo corresponde:

**Tipo II:** Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	según NTP	según muestra
VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	± 2.0	± 2.0
ALABEO (mm)	2	1
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	36.0 Kg/cm <sup>2</sup>	39.8 Kg/cm <sup>2</sup>
ABSORCION (%)	<22	13.00
EFLORESCENCIA	NO EFLORESCENTE	NO EFLORESCENTE

#### OTRAS ESPECIFICACIONES

- Proceso de fabricación altamente controlado.
- Control de Calidad riguroso en todos los procesos.
- Peso exacto
- Secado Artificial Automatizado

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ACTUALIZADO: FEBRERO 2019

Parcela 10234 Fundo Santa Inés, Puente Piedra – Lima. Telf: (051) 711-3322

[www.ladrilloslark.com.pe](http://www.ladrilloslark.com.pe)

## ANEXO N° 04: Cotizaciones realizadas



<b>PROYECTO:</b>	“FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS”
<b>EMPRESA:</b>	INGENIERÍA DE PROYECTOS AMAZONAS E.I.R.L
<b>DIRECCIÓN:</b>	Jr. SANTO DOMINGO 936
<b>RUC:</b>	20609432315
<b>UBICACIÓN:</b>	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN
<b>COTIZACIÓN</b>	

INSUMO	UNIDAD	PRECIO
Cemento	Bolsa	34.00
Arena	m <sup>3</sup>	60.00
Arcilla	m <sup>3</sup>	25.00
Ladrillo pandereta	Unidad	1.10
Máquina prensadora de ladrillos	hm	7

  
 INGENIERÍA DE PROYECTOS AMAZONAS  
 -----  
 Ing. JOSÉ LUIS PIZARRO VIGIL  
 GERENTE GENERAL



<b>PROYECTO:</b>	“FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS”
<b>EMPRESA:</b>	CONSULTORA KUÉLAP E.I.R.L
<b>UBICACIÓN:</b>	Jr. SALAMANCA N°956, CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS
<b>RUC:</b>	20604366110
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN
<b>COTIZACIÓN</b>	

INSUMO	UNIDAD	PRECIO (soles)
Ladrillo Tipo lego	Millar	1200.00
Arcilla	m <sup>3</sup>	40.00
Mano de obra	Dia	100.00

CONSULTORA KUÉLAP E.I.R.L.  
RUC: 20604366110  
  
-----  
LOJA TORRES MARÍA ISABEL  
TITULAR - GERENTE



<b>PROYECTO:</b>	“FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO LEGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA ECONÓMICA EN LA CIUDAD CHACHAPOYAS”
<b>UBICACIÓN:</b>	CHACHAPOYAS, CHACHAPOYAS, AMAZONAS
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. DEYWER MARK PUERTA HUAMAN
<b>COTIZACIÓN</b>	

INSUMO	UNIDAD	PRECIO
Cemento Portland Tipo Ico Pacasmayo	Bolsa	s/.33.00
Ladrillo pandereton Fortaleza	Unidad	s/. 1.10

COMERCIAL ZUMAETA E.I.R.L.  
 RUC: 2079886540  
  
 J. Asunción Zumaeta Tuesta  
 GERENTE GENERAL