

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS:**

**DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES  
MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS  
CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO.**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Presentada por:

**KARINA CRUZ DEL CASTILLO**

Asesora:

**Dra. ROSA HAYDEE LLIQUE MONDRAGÓN**

**Cajamarca, Perú**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- Investigador:  
Karina Cruz Del Castillo  
DNI: 41386573  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción
- Asesora: Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón
- Grado académico o título profesional  
 Bachiller                       Título profesional                       Segunda especialidad  
 Maestro                       Doctor
- Tipo de Investigación:  
 Tesis                       Trabajo de investigación                       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:  
DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO.
- Fecha de evaluación: **02/07/2024**
- Software antiplagio:                       TURNITIN                       URKUND (OURIGINAL) (\*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: **18 %**
- Código Documento: **3117:364190987**
- Resultado de la Evaluación de Similitud: 18%  
 **APROBADO**                       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **02/07/2024**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

..... <b>Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón</b> <b>DNI: 26706422</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by  
**KARINA CRUZ DEL CASTILLO**  
Todos los derechos reservados



**Universidad Nacional de Cajamarca**

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

**Escuela de Posgrado**

CAJAMARCA - PERU



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

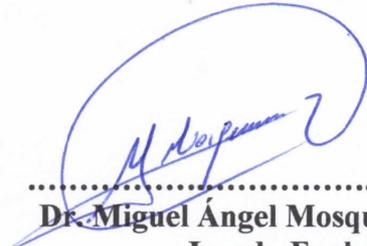
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

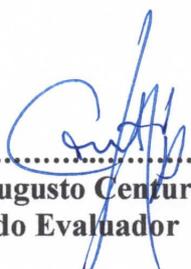
Siendo las 09:00 horas, del día 16 de febrero de dos mil veinticuatro, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JAIME OCTAVIO AMORÓS DELGADO**, **Dr. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO**, **Dr. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS**, y en calidad de Asesor la **Dra. ROSA HAYDEE LLIQUE MONDRAGON**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO”**, presentada por la Ingeniera Civil **KARINA CRUZ DEL CASTILLO**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR... con la calificación de Diecisiete (17) EXCELENTE... la mencionada Tesis; en tal virtud, la Ingeniera Civil **KARINA CRUZ DEL CASTILLO**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERIA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las 10:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón**  
Asesor

  
.....  
**Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

A Dios por protegernos siempre.

A mis padres por su ejemplo de fortaleza, su amor y paciencia.

A mi hija por ser un aliciente en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser luz que guía nuestros caminos como seres mortales.

A mis padres Dora Del Castillo Zamora y Víctor Vicente Cruz Chinchay por todo el esfuerzo que han realizado para poder formar profesionales a sus hijos con ejemplos de valores y superar las adversidades para nunca rendirse hasta lograr un objetivo.

A mi hija Melina Alejandra Aguilar Cruz por ser fortaleza e inspiración.

A mi asesora la Dra. Ing. Rosa Llique por su apoyo como una excelente profesional para absolver mis dudas.

A la MSc. Ing. Jane Álvarez por su apoyo y sugerencias.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
INDICE GENERAL .....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
CAPÍTULO I .....	16
INTRODUCCIÓN .....	16
1.1. Planteamiento del problema .....	16
1.1.1 Contextualización .....	16
1.1.2 Descripción del problema.....	18
1.1.3 Formulación del problema .....	20
1.2. Justificación .....	20
1.3. Delimitación de la investigación.....	20
1.4. Limitaciones .....	22
1.5. Objetivos .....	22
1.5.1 Objetivo general.....	22
1.5.2 Objetivos específicos .....	22
CAPÍTULO II .....	24
MARCO TEÓRICO .....	24
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	24
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	24
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	27
2.1.3 Antecedentes Locales.....	27
2.2. Marco Conceptual .....	27
2.2.1 Unidad de albañilería .....	27
2.2.2 Confort Térmico .....	30
2.2.3 Mecanismos de Transferencia de Calor. ....	31
2.2.4 Ley de Fourier: .....	32
2.2.5 Resistencia Térmica (R):.....	33
2.2.6 Transmitancia Térmica (U):.....	33
2.2.7 Medición de la Conductividad Térmica.....	34

2.2.8 Zona Bioclimática: .....	35
2.2.9 Polímero PET (Polietilen Tereftalato): .....	35
2.2.10 Fibras sintéticas .....	36
2.3. Definición de términos básicos: .....	37
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>39</b>
<b>PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>39</b>
3.1 Hipótesis.....	39
3.1.1 Hipótesis general.....	39
3.2 Variables.....	39
3.2.1 Variables .....	39
3.3 Matriz de consistencia metodológica.....	40
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>41</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>41</b>
4.1 Ubicación geográfica.....	41
4.2 Diseño de la investigación .....	44
4.3 Métodos de investigación .....	44
4.4 Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación. ....	46
4.5 Técnicas e instrumentos de recopilación de información. ....	47
4.5.1 Técnicas: .....	47
4.5.2 Instrumentos: .....	48
4.6 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información: .....	48
4.7 Equipos, materiales.....	49
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>51</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Presentación de resultados .....	51
5.1.1 Ensayos del PET (Polietilen-tereftalato). ....	51
5.1.2 Proporciones de mezcla. ....	52
5.1.3 Descripción de las unidades de albañilería. ....	53
5.1.4 Ensayos de las unidades de albañilería.....	53
5.2 Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	64
5.2.1 Ensayos del PET (Polietilen-tereftalato). ....	64
5.2.2 Proporciones de mezcla. ....	64
5.2.3 Descripción de las unidades de albañilería. ....	64

5.2.4	Ensayos de las unidades de albañilería.....	65
5.2.4.1	Ensayos clasificatorios.....	65
5.2.4.2	Ensayos No clasificatorios.....	66
5.3	Contrastación de hipótesis.....	68
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS.....</b>		<b>72</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>73</b>
<b>APÉNDICES.....</b>		<b>78</b>
APÉNDICE A: Proporciones de mezcla tomadas por conveniencia.....		78
APÉNDICE B: Ensayos clasificatorios.....		91
APÉNDICE C: Ensayos no clasificatorios.....		93
APÉNDICE D: Panel fotográfico.....		120
APÉNDICE E: Ensayos del material PET (Polietilen-tereftalato).....		131
APÉNDICE F: Ensayos succión, absorción.....		141
APÉNDICE G: Resistencia a la compresión de unidades de albañilería – Laboratorio HURTECO.....		154
APÉNDICE H: Resistencia a la compresión de unidades de albañilería – Laboratorio GUERSAN.....		167
APÉNDICE I: Resistencia a la compresión de unidades de albañilería – Laboratorio KAOLYN.....		193
APÉNDICE J: Ensayos de conductividad térmica – Laboratorio de Física de la Universidad Nacional de Ingeniería.....		203
<b>ANEXOS.....</b>		<b>216</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Cantidad de muestras.....	47
<b>Tabla 2:</b> Características de los moldes. ....	50
<b>Tabla 3:</b> Características físicas del PET.....	51
<b>Tabla 4:</b> Proporciones de mezcla tomadas por conveniencia. ....	52
<b>Tabla 5:</b> Características de los ladrillos.....	53
<b>Tabla 6:</b> Variación dimensional.....	53
<b>Tabla 7:</b> Alabeo. ....	53
<b>Tabla 8:</b> Resultados de compresión a los 28 días. ....	54
<b>Tabla 9:</b> Contenido de Humedad.....	55
<b>Tabla 10:</b> Succión. ....	55
<b>Tabla 11:</b> Absorción. ....	56
<b>Tabla 12:</b> Peso unitario volumétrico. ....	56
<b>Tabla 13:</b> Peso. ....	57
<b>Tabla 14:</b> Conductividad térmica ladrillo arcilla. ....	58
<b>Tabla 15:</b> Conductividad térmica ladrillo de PET y cemento. ....	58
<b>Tabla 16:</b> Conductividad térmica ladrillo de concreto artesanal. ....	58
<b>Tabla 17:</b> Resultados de mediciones de flujo de calor, lunes 28-11-22. ....	59
<b>Tabla 18:</b> Resultados de mediciones de flujo de calor, martes 29-11-22.....	60
<b>Tabla 19:</b> Resultados de mediciones de flujo de calor, miércoles 30-11-22. ....	61
<b>Tabla 20:</b> Resultados de mediciones de flujo de calor, jueves 01-12-22. ....	62
<b>Tabla 21:</b> Resultados de mediciones de flujo de calor, viernes 02-12-22. ....	63
<b>Tabla 22:</b> Clasificación de las unidades de la investigación. ....	68
<b>Tabla 23:</b> Propiedades físicas y mecánicas de las unidades. ....	69
<b>Tabla 24:</b> Resumen de resultados de ensayos - conductividad térmica. ....	69
<b>Tabla 25:</b> Proporciones de mezcla tomadas por conveniencia. ....	78
<b>Tabla 26:</b> Variación dimensional de los ladrillos. ....	91
<b>Tabla 27:</b> Alabeo en ladrillos.....	92
<b>Tabla 28:</b> Resistencia a la compresión en ladrillos. ....	92
<b>Tabla 29:</b> Contenido de humedad de ladrillos. ....	93
<b>Tabla 30:</b> Succión de ladrillos. ....	93
<b>Tabla 31:</b> Absorción de ladrillos.....	94
<b>Tabla 32:</b> Peso unitario volumétrico de ladrillos.....	94
<b>Tabla 33:</b> Medición de temperatura interior y exterior de tres módulos, de ladrillos de arcilla artesanal, ladrillos de PET más cemento y ladrillos de concreto artesanal. ....	95
<b>Tabla 34:</b> Determinación del flujo de calor en tres módulos, lunes 28-11-22.....	110
<b>Tabla 35:</b> Determinación del flujo de calor en tres módulos, martes 29-11-22. ....	112
<b>Tabla 36:</b> Determinación del flujo de calor en tres módulos, miércoles 30-11-22.....	114
<b>Tabla 37:</b> Determinación del flujo de calor en tres módulos, jueves 01-12-22.....	116
<b>Tabla 38:</b> Determinación del flujo de calor en tres módulos, viernes 02-12-22.....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Imagen satelital de la ubicación dónde se elaboraron las unidades de albañilería	41
<b>Figura 2:</b> Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio KAOLYN, Pje. Paraíso N°120	42
<b>Figura 3:</b> Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio GUERSAN, Pje. Diego Ferré N°295.	42
<b>Figura 4:</b> Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio OSMA, Jr. Mayta Cápac N°378.	43
<b>Figura 5:</b> Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio HURTECO, Jr. La Mar N°224	43
<b>Figura 6:</b> Curvas de flujo de calor.	59
<b>Figura 7:</b> Curvas de flujo de calor.	60
<b>Figura 8:</b> Curvas de flujo de calor.	61
<b>Figura 9:</b> Curvas de flujo de calor.	62
<b>Figura 10:</b> Curvas de flujo de calor.	63
<b>Figura 11:</b> La primera imagen zaranda fabricada para obtener picadillo de tamaño máximo de 4mm, segunda imagen la máquina industrial para realizar el picado de plástico PET(Polietilen-tereftalato) tercera imagen el picadillo de PET, enero 2020.	120
<b>Figura 12:</b> Peso del material más probeta, para obtener el peso específico aparente del PET.	120
<b>Figura 13:</b> Moldes N°1, N°2, N°3, N°4, N°5.	121
<b>Figura 14:</b> Elaboración de primeros ladrillos y también cubos de 10cmx10cmx10cm. ...	121
<b>Figura 15:</b> Elaboración de ladrillos de PET y cemento, en mesa vibradora.	122
<b>Figura 16:</b> Elaboración de ladrillos de PET y cemento y refrentado de ladrillos.	122
<b>Figura 17:</b> Ensayo a compresión.	123
<b>Figura 18:</b> Ladrillos elaborados en molde con botadora y cuña de 1,5cm, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.	123
<b>Figura 19:</b> Ladrillos elaborados en molde con botadora y 10 hendiduras de 5 líneas, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.	124
<b>Figura 20:</b> Incorporación de fibras sintéticas en la fabricación de ladrillos de PET y cemento.	124
<b>Figura 21:</b> Elaboración de ladrillos PET y cemento.	125
<b>Figura 22:</b> Selección y corte de muestras para realizar el ensayo de conductividad térmica de ladrillos de PET y cemento, ladrillos de arcilla y ladrillos de concreto artesanal.	125
<b>Figura 23:</b> Realización del ensayo de conductividad térmica de tres tipos de materiales: PET y cemento, ladrillo de arcilla y ladrillo de concreto artesanal mediante el equipo Analizador de conductividad térmica TCi Thermal.	126
<b>Figura 24:</b> Selección de ladrillos para ensayos finales de rotura a compresión.	126
<b>Figura 25:</b> Medición de propiedades físicas-alabeo y mecánicas-resistencia a compresión.	127
<b>Figura 26:</b> Prototipo de las unidades de albañilería.	127
<b>Figura 27:</b> Acerrado del ladrillo de PET y cemento para la construcción de los módulos de 50cmx50cmx50cm.	128
<b>Figura 28:</b> Construcción de tres módulos de 50cmx50cmx50cm de materiales ladrillos PET y cemento, ladrillo de arcilla y ladrillo de concreto artesanal, los techos de drywall y las puertas de melanina (medidas idénticas para los tres módulos).	128

<b>Figura 29:</b> Realización de mediciones con termómetro digital y pistola láser.....	129
<b>Figura 30:</b> Peso de ladrillo PET: 2480 g .....	129
<b>Figura 31:</b> Peso de ladrillo de arcilla: 3155 g.....	130
<b>Figura 32:</b> Peso de ladrillo de concreto: 5740 g .....	130

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

**ASTM:** American Society for Testing and Materials

**Av.:** Avenida.

**CNN:** Cable News Network

**cm:** centímetro.

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono

**et.al:** y otros

**g:** gramo.

**Jr.:** jirón

**K:** conductividad térmica

**kg:** kilogramo

**kN:** kilo Newton.

**m:** metro.

**m.k:** metro kelvin

**mm:** milímetros

**Mpa:** Mega Pascal

**NT:** Norma Técnica

**NTP:** Norma Técnica Peruana

**PET:** Polietilen-tereftalato

**Pulg:** pulgada

**ONU:** Organización de las Naciones Unidad.

**UTM:** Universal Transversal Mercator.

**W:** vatio o Watt.

**W/m<sup>2</sup>:** vatios por metro cuadrado

**°C:** grados centígrados

**T°:** temperatura

## RESUMEN

El principal objetivo de esta investigación fue, determinar el aislamiento térmico y propiedades físicas-mecánicas de unidades de albañilería elaboradas con PET (Polietilen - Tereftalato) más cemento Pacasmayo Tipo I. Los ladrillos fueron elaborados de acuerdo con norma E.070 de albañilería (2006), cuyas proporciones finales fueron: 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,7% Agua + 0,3% fibras sintéticas. El valor de conductividad térmica fue de 0,228 k(W/m.k). Para verificar el aislamiento térmico se construyeron tres módulos con dimensiones de 0,50mx0,50mx0,50m; construidos con: ladrillos de PET y cemento, ladrillos de concreto convencional y ladrillos de arcilla, el módulo construido con unidades de albañilería de PET y cemento tiene menor flujo de calor comparado con ladrillo de concreto artesanal. Según ensayo de variación dimensional el ladrillo clasifica como tipo I y por alabeo cumple como Tipo V. El valor de absorción fue de 19,63%. El valor del ensayo de succión fue de 84,79 g/200 cm<sup>2</sup>-min y el valor del contenido de humedad fue de 2,59%. El valor de resistencia a compresión promedio fue de 3,20 Mpa (32,63 kg/cm<sup>2</sup>). Las dimensiones del ladrillo fueron de 0,24m x 0,13m x 0,09 m y el peso promedio de los ladrillos PET fue de 2375,12g este valor es menor al peso de los ladrillos de concreto artesanal cuyo valor es superior a 5000,00g según muestras pesadas. Se concluye que la resistencia a compresión disminuye mientras más porcentaje de PET se incorpore; estos ladrillos pueden ser usados para tabiquería y/o cerramientos.

### **Palabras clave:**

PET (polietilen-tereftalato), cemento portland Tipo I, fibras sintéticas, unidad de albañilería, aislamiento térmico, propiedades físico – mecánicas.

## ABSTRACT

The main objective of the research was to determine the thermal insulation and mechanical properties of masonry units made with PET (Polyethylene Terephthalate) and Pacasmayo Type I cement. The bricks were manufactured according to the E.070 masonry standard (2006), with final proportions of 50% Polyethylene Terephthalate (PET) + 37% Cement + 12,7% Water + 0,3% synthetic fibers. The thermal conductivity value was 0,228 k(W/m.k). To verify thermal insulation, three modules were built with dimensions of 0,50m x 0,50m x 0,50m; built with: PET and cement bricks, conventional concrete bricks and clay bricks, the module built with PET and cement masonry units has lower heat flow compared to artisanal concrete brick. According to the dimensional variation test, the brick is classified as type I and due to warping it complies with Type V. The absorption value was 19,63%. The suction test value was 84,79 g/200 cm<sup>2</sup>-min and the moisture content value was 2,59%. The average compressive strength value was 3,20 Mpa (32,63 kg/cm<sup>2</sup>). The brick's dimensions were 0,24m x 0,13m x 0,09 m and the average weight of the PET bricks was 2375,12g, this value is less than the weight of artisanal concrete bricks whose value is greater than 5000,00g according to weighed samples. It is concluded that compressive strength decreases as the percentage of PET incorporated increases. These bricks can be used for partition walls and/or enclosures.

### **Keywords:**

PET (polyethylene-terephthalate), Type I portland cement, synthetic fibers, masonry unit, thermal insulation, physical-mechanical properties.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

#### 1.1.1 Contextualización

La contaminación por la generación de plásticos es un gran problema en el Planeta Tierra, según la ONU, el 80% de residuos plásticos llegan desde la tierra hacia los océanos y el 20% de fuentes marinas. Si continúa la contaminación de forma desmedida, se calcula que existirá 12000 millones en toneladas de estos residuos proyectado al año 2050, contaminando el medio ambiente. Esto compromete a generar métodos y/o alternativas que puedan ayudar a mitigar el impacto ambiental negativo en el que está inmerso el Planeta. (Econoticias, 2023).

A nivel internacional se está reutilizando el material de polietilen-tereftalato (PET) en España, México, Costa Rica, Argentina, Colombia, Ecuador, Chile y Bolivia. en la construcción de pavimentos y ladrillos PET, utilizando el material reciclado PET en diversas combinaciones empleados en hacer pavimentos en Colombia y para realizar ladrillos PET en Argentina que tiene la patente con la empresa CEVE. En Argentina, ciudad de Córdoba organizaron un concurso entre empresas y ganó el Grupo RFG quienes elaboraron durmientes de plástico reciclado que serán utilizados por una empresa estatal de Trenes Argentinos de Cargas. Estas durmientes reemplazan las comúnmente utilizadas de madera en vías ferroviarias de trenes de carga, esta innovación ayuda en la disminución de la tala de árboles que demoran en crecer 80 años. El uso de durmientes de plástico ya se ha empleado en países como Austria, Rusia y Estados Unidos en los últimos años y en Argentina aprobaron la norma IRAM 1610 año 2020 donde certifican durmientes de plásticos sintéticos y mediante el concurso anteriormente mencionado del 2021 las

empresas pudieron presentar sus proyectos y fabricar este producto. Los países de Uruguay, Paraguay y España planean adquirir estas durmientes; en América Latina solo existe una fábrica en Brasil iniciando su producción. (M. Alonso, 2022).

Acerca de los beneficios técnicos que aporta un ladrillo PET, la más importante es su grado de aislamiento térmico que llega a ser cinco veces mayor comparada con un ladrillo tradicional. Al incrementar la temperatura se puede reducir el espesor de los muros y disminuir de 30cm a 15cm de espesor. (Gaggino, 2019).

Como referencia de la medición del aislamiento térmico se ha realizado investigación y se encuentran referencias dentro del libro “Ladrillos de Plástico Reciclado”, en donde la conductividad térmica del ladrillo PET obtiene un valor menor comparándose con otros materiales comúnmente usados, este resultado implica que en el ambiente se mantenga la temperatura. Generalmente, en los materiales de construcción, especialmente en los aislantes, se necesita una baja conductividad térmica para minimizar las fugas de calor a través de las paredes de edificios, etc. (Berreta et al., 2008).

En el ámbito nacional se verificó la publicación de un artículo científico en la ciudad de Tacna, donde obtuvieron la resistencia a compresión de 21,13Mpa de sus ladrillos ecológicos, fue un valor mayor a ladrillo tipo V (17,6 Mpa), según Norma Técnica E 070. Utilizaron 4,54 botellas de PET de 2L aprox. para la fabricación de su ladrillo. (Apaza et al., 2021)

A nivel de pregrado en los últimos tiempos han aumentado los proyectos e investigaciones adicionado PET en las unidades de albañilería, en la tesis de Campos (2019), de la Universidad de Piura se confeccionó un arquetipo de ladrillo con valores de resistencia a la compresión promedio de 161,34 kg/cm<sup>2</sup>, con un porcentaje máximo de 15% hojuelas de PET en reemplazo de arena, siendo clasificado tipo IV. En la tesis de Febres y Vargas (2021) de Universidad de Lima elaboraron un ladrillo de plástico triturado, cemento, arena y agua; el peso de sus unidades de albañilería fue de 2,7 kg al haber reemplazado el

25% de PET. En la tesis de Aldo Díaz y Luis Sánchez de 2019 (Universidad Nacional de Jaén), reemplazaron PET por arena en proporciones de 0%, 3%, 6% y 10% y obtuvieron resultados en la resistencia a compresión de 43,67kg/cm<sup>2</sup>; 18,00kg/cm<sup>2</sup>; 11,04kg/cm<sup>2</sup> y 9,68kg/cm<sup>2</sup>, concluyen que al no adicionar PET obtienen un ladrillo para fines estructurales.

La información técnica y/o estudios específicos de utilización de ladrillos elaborados con material reciclado PET, son de tesis a nivel de pregrado según la experiencia de los tesisistas de Universidad Nacional de Cajamarca. Echeverría (2017) obtuvo proporciones de 3%, 6% y 9% de PET en ladrillos que cumplen con la norma técnica E.070 y Universidad Privada del Norte, José Marín (2020) realizó prototipos incorporando polietileno-tereftalato (PET) en distintos porcentajes en una mezcla de concreto, mencionaron que al sustituir 10% de PET con 1% de papel el valor de su resistencia fue de 126,90 kg/cm<sup>2</sup>.

En la región de Cajamarca, hasta la fecha no existen publicaciones, en maestrías de posgrado utilizando materiales: PET, cemento, agua y fibras sintéticas.

### **1.1.2 Descripción del problema**

A nivel internacional el problema de las bajas temperaturas evidencia que la crisis climática es real y de gran significancia. Según los resultados climáticos del año 2023, al norte de China en la ciudad de Mohe se presentaron temperaturas hasta - 53°C con record de las más bajas hasta la fecha; de igual forma en Japón, Corea del Sur, Rusia, China, Afganistan, etc. se presentaron muy bajas temperaturas, en la ciudad más fría del mundo Yakutsa ubicada en Siberia oriental tuvo temperaturas de -62,7°C de dos décadas la temperatura más baja; sin embargo, en su gran mayoría estos países más desarrollados tienen ambientes más confortables y disponen de microclima adecuado. (Paddison et.al., 2023).

A nivel nacional el frío más intenso se evidencia mayormente en parte de la sierra central, la  $T^{\circ}$  promedio alcanza valores menos  $0^{\circ}\text{C}$  y en algunas zonas  $-15^{\circ}\text{C}$  aproximadamente. Las regiones donde se aprecian estas variaciones son: Ancash (provincias de Yungay, Carhuaz, Huaylas, Huaraz, Asunción, Huari, Recuay y Bolognesi), Junín (provincias de Chupaca, Jauja, Yauli, Concepción y Huancayo), Lima (provincias de Yauyos y Huarochirí). De igual manera, en Huancavelica y sus provincias: Huancavelica, Huaytará y Castrovirreyna, las temperaturas promedio alcanzaron rangos de  $-12^{\circ}\text{C}$  a  $-14^{\circ}\text{C}$ , mientras que en Pasco y Huánuco los valores menores llegan a  $-10^{\circ}\text{C}$ . En la sierra sur, en zonas ubicadas en las partes altas de Apurímac los valores llegan hasta  $-14^{\circ}\text{C}$  en gran parte de los departamentos de Ayacucho y Apurímac, la temperatura promedio alcanza valores hasta  $-12^{\circ}\text{C}$ . En zonas ubicadas entre los límites de Moquegua, Puno, Arequipa y Cusco, se evidencian bajas temperaturas con valores de hasta  $-16^{\circ}\text{C}$ , en la zona del altiplano, ubicada entre los límites de Puno, Moquegua y Tacna, presentan la temperatura promedio más representativa, evidenciándose valores por debajo de los  $-16^{\circ}\text{C}$ . (CENEPRED, 2021).

En el ámbito local, al sur de Cajamarca encontramos valores que fluctúan entre  $0^{\circ}\text{C}$  a  $-6^{\circ}\text{C}$ . esto conlleva a la presencia de enfermedades respiratorias en las familias y niños pequeños. Los materiales utilizados como unidades de albañilería para los ambientes son el adobe y algunas viviendas también construyen con ladrillos de concreto. (CENEPRED, 2021).

A nivel mundial y nacional las bajas temperaturas de los ambientes en los hogares generan daños materiales, en las personas ocasionan enfermedades así también afecta la actividad agrícola y crianza de sus animales, en general afecta su economía, por lo que se planteó como alternativa en el ámbito de construcción la fabricación de la unidad de albañilería con cemento, agua, fibras sintéticas y polietileno-tereftalato (PET) o polímeros

reciclados, que brinda mejor aislamiento térmico comparando con unidades de albañilería de concreto artesanal.

### **1.1.3 Formulación del problema**

¿En cuánto varía el aislamiento térmico de ambientes y las propiedades físico - mecánicas en las unidades de albañilería al incorporar polietilen-tereftalato (PET), cemento y fibras sintéticas?

## **1.2. Justificación**

La unidad de albañilería elaborada con cemento Portland y polietilen-tereftalato (PET) obtuvo un grado de aislamiento térmico superior con respecto al ladrillo común hecho de concreto artesanal. Asimismo, al usar los desechos de PET, este se convierte en un producto benéfico y amigable con el ambiente.

Por el aporte de conocimientos en la investigación de nuevas tecnologías, materiales y métodos de construcción sostenibles. Además, esta investigación podrá ser usada mediante posteriores investigaciones, para obtener el porcentaje óptimo de PET con el cual se podrán fabricar más eficientes y menos costosas unidades de albañilería que cumplan los propósitos para los cuales sean requeridos (aislamiento térmico de ambientes).

## **1.3. Delimitación de la investigación**

El estudio se realizó a 183 unidades de albañilería de PET y cemento mediante distintos tipos de mezclas para obtener el ladrillo patrón que cumpla con lo estipulado con la Norma Técnica E.070:

- PET, cemento, agua.
- PET, cemento, agua y fibras sintéticas (Sikacem-1 Fiber).

Se realizaron distintas proporciones con los materiales anteriormente mencionados, se aprecian a detalle:

- 50% cemento + 50% PET.
- 47% cemento + 53% PET.
- 45% cemento + 53% PET.
- 43% cemento + 53% PET.
- 40% cemento + 53% PET.
- 27% cemento + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo.
- 37% cemento + 50% PET + 12,7% agua + 0.3% fibras sintéticas.

La propiedad mecánica que se ensayó para los ladrillos de PET con las proporciones de 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,7% Agua + 0,3% fibras sintéticas corresponde únicamente a la resistencia a la compresión.

Para la obtención de pequeños fragmentos de Polietilen-tereftalato (PET), no existe en Cajamarca fábrica que produzca material de tamaño menor a 4 mm, este material se obtuvo mediante fabricación de zaranda y tamizado adicional.

El peso de un ladrillo de concreto se considera superior a 5000g según mediciones de muestras obtenidas de ladrilleras artesanales de Cajamarca y cálculos teóricos basados en la NTE 020.

Para los ensayos de conductividad térmica se utilizaron ladrillos de PET, cemento y fibras sintéticas, también ladrillos de arcilla artesanal y ladrillos de concreto artesanal, estos tres tipos de ladrillo también se usaron para elaborar módulos con cada tipo de ladrillo y hacer la comparación en la obtención de datos sobre el flujo de calor dentro de un ambiente.

Se tomaron 3 muestras de tamaño de 2" x 1", de ladrillo de PET, ladrillo de arcilla y ladrillo de concreto artesanal y se enviaron al Laboratorio -UNI -Perú, de las 9 muestras en total se obtuvo la conductividad térmica mediante el equipo C-THERM mediante descargas eléctricas.

Se realizó mediciones de temperatura en tres módulos pequeños de dimensiones 50cmx 50cm x 50cm y se obtuvo valores del aislamiento térmico de tres distintos ambientes elaborados con ladrillos de arcilla, ladrillos de concreto, ladrillos de PET más cemento.

#### **1.4. Limitaciones**

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión únicamente de la unidad de albañilería, no se ha realizado estudios de pilas y muretes, porque el fin último fue determinar el aislamiento térmico de ambientes para obtener estos datos no existen mediciones con Normas aprobadas a nivel Nacional y se optó por adaptar experiencias de otras tesis para la medición de flujo de calor de ambientes mediante termómetros ambientales y pistola - termómetro industrial.

Acerca de ladrillos fabricados con PET, cemento, fibras sintéticas no existen fuentes documentales de esta combinación de materiales.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1 Objetivo general**

- Determinar el aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilen-tereftalato (PET), cemento y fibras sintéticas.

##### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Establecer las dosificaciones de materiales que intervienen en las unidades de albañilería elaborada con cemento y fibras sintéticas.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería elaborada con Polietilen-tereftalato (PET).

- Determinar el aislamiento térmico del ambiente compuesto por unidades de albañilería de cemento con Polietilen-tereftalato (PET).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales.

**Mayorga et al. (2020)**, en Ecuador, en la publicación de su artículo científico *“Determinación de la conductividad térmica y resistencia mecánica de placas conformadas de cemento y polietileno teraftalato (pet), como una alternativa de cuidado al medio ambiente”*.

Menciona que actualmente a nivel mundial existe una tendencia de reutilización de residuos plásticos PET por ello en su trabajo de investigación fabricaron una placa conformada por cemento y PET, así también sus ladrillos presentan baja conductividad térmica y gran aislación térmica; la resistencia es menor que los ladrillos tradicionales.

Sustituyeron la arena por 40 % de triturado de PET incrementando así sus propiedades térmicas en las placas que fabricaron y también en sus ladrillos.

Concluyen que el valor de la conductividad térmica del prototipo de placas es de 0,16 W/m<sup>2</sup> °C, este resultado las identifica como material con un buen aislamiento térmico con bajo valor de conducción térmica y pueden usarse como aislante térmico validado.

**Gareca et al. (2020)** en Bolivia, en la publicación de su artículo científico *“Nuevo Material Sustentable: Ladrillos Ecológicos a base de Residuos Inorgánicos”*.

En la dosificación de 3,5% de PET, redujeron el peso (respecto al patrón de mortero inicial) en un 3,64%. La resistencia a la compresión obtenida de la proporción de 3,5% de PET fue de 109,6 kg/cm<sup>2</sup>, está resistencia es válida para ser usada y utilizar mayor cantidad de PET, mientras más PET se utiliza disminuye la f<sub>c</sub> en un 30,13%.

En la absorción se aprecia que aumenta este valor siempre que se adicione mayor material reciclado, con 3,5% de PET obtuvieron 10,11% de absorción.

Es posible elaborar ladrillos ecológicos sin comprometer la calidad y tiene la posibilidad de disputar con los ladrillos utilizados comúnmente.

**Gaggino (2019)** en Argentina, en su investigación: *“Diseño Experimental de Elementos Constructivos utilizando Materiales Reciclados, para Viviendas de Interés Social. Síntesis de Tesis Doctoral”*.

En sus conclusiones menciona que los plásticos residuales pueden ser usados para construcciones alternativas según la normativa en elementos no portantes.

Las características principales de los ladrillos son:

- Al ser comparados con otros ladrillos de mortero de cemento y ladrillos de suelo cocido los ladrillos con plástico reciclado tienen bajo peso específico.
- Conductividad térmica baja: coeficiente: 0,15W/mK.

**Infante y Valderrama (2019)** en Chile, en el artículo científico *“Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET)”*,

Concluyeron que en el aspecto económico al utilizar PET disminuyen los costos en la construcción por que usaron materiales de residuos y con mano de obra local.

La resistencia a compresión fue de 20Mpa esto cumple con la norma chilena que indica mínimo 7Mpa. Tiene poco peso el ladrillo y esto es un aporte para los cálculos de carga de las estructuras, según su investigación: la absorción se incrementa al aumentar el PET.

En su ciclo de vida el material que reemplaza 10% de arena por PET genera 33,08 kgCO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> de material.

**Alelegn (2019)** en Etiopía, en su investigación: *“An Experimental Study on Production of Brick by using a mixture of waste plastic and sand”*.

“TPB4 have the compressive strength value 10,91 Mpa. This result indicates, all plastic brick mix samples have compressive strength greater to that of higher class of Hollow Concrete Block of 5.5 Mpa that can be used in structural bearing walls according to Ethiopian standard. Except TPB2 25% plastic to 75% sand mix” [El ladrillo de código TPB4 35% de residuos de plástico y 65% de arena de río obtuvo un resultado de resistencia a la compresión de 10,91 Mpa. Todas las mezclas realizadas TBP1 (20% PET y 80% arena), TBP3 (30% PET y 70% arena), TBP4 (35% PET y 65% arena), TBP55 (40% PET y 60% arena), TBP6 (45% PET y 55% arena) tienen resultados de resistencia a la compresión superiores a 5,5 Mpa (bloque hormigón hueco) para soportar cargas de muro estructural y cumplen con la Norma de Etiopía. Excepto la mezcla TPB2 25% PET y 75% arena. La densidad del ladrillo disminuye a medida que se adiciona el plástico con valores por debajo de 2200 kg/m<sup>3</sup>.

**Piñeros y Herrera (2018)** en Colombia, en su investigación: *“Proyecto de Factibilidad Económica para la Fabricación de Bloques con Agregados de Plástico Reciclado (PET), Aplicados en la Construcción de Vivienda”*.

Los investigadores concluyen que al adicionar en porcentaje material PET según proporciones de 10%, 20% y 25%, se cumple con la resistencia mínima solicitada, pero al adicionar 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% estos ya no cumplen con la resistencia, disminuye la resistencia y descartan estas muestras.

El porcentaje que usaron fue 25% de PET y cumplen con las normas estándar y también consideran el peso de ladrillo beneficioso porque reduce la carga muerta de una edificación que sería construida de forma sustentable.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales.**

**Apaza et al. (2021)** en Tacna – Perú, en su investigación: *“Viabilidad de Implementación de un ladrillo ecológico compuesto de PET y cenizas de pollerías en el contexto de Tacna – Perú”*.

Los ladrillos ecológicos con la proporción utilizada obtuvieron la resistencia a compresión de 21,13 Mpa, comparando con la Norma Técnica Peruana NTP E 070 es mayor al ladrillo tipo V (17,6 Mpa). El valor de absorción fue de 12,11% cumple con NTP 331,017 menor a 22%. Los porcentajes del ladrillo ecológico óptimo fue de 50% cemento + 20% arena + 25% plástico PET + 5% de ceniza y sus proporciones fueron de 1250 g cemento, 500g de arena, 250 g de PT y 75 g de ceniza, obteniendo una conductividad de 0,221 W/mk Se utilizaron 4,54 botellas de PET de 2L aprox. para la fabricación de su ladrillo.

### **2.1.3 Antecedentes Locales.**

En el ámbito local no se han realizado tesis de posgrado con respecto a ladrillo PET, cemento, agua y fibras sintéticas.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1 Unidad de albañilería**

El ladrillo o unidad de albañilería es un material de construcción utilizado desde la antigüedad, inicialmente se elabora sin el uso de hornos para su cocción, la cual se llama adobe. Primordialmente se utiliza debido a su tamaño se acomoda a la mano del hombre. (Huamaní y Solís, 2020).

Las unidades de albañilería usan para su fabricación materiales como concreto, sílice-cal o arcilla. Los ladrillos pueden ser sólidos, alveolares, tubulares o huecos y pueden ser fabricados artesanalmente o de forma industrial. Para usar los ladrillos de concreto tendrán que obtener su resistencia especificada y con volumen estable. El curado con agua tiene un tiempo de 28 días antes de utilizarlas. (Ministerio de Vivienda, 2006).

## **A. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES**

Las unidades de albañilería si se quieren utilizar según diseño se aprecian sus características en Anexo A. Clasificación de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales.

Existen cinco clasificaciones para el ladrillo según San Bartolomé (1994), y se describen a continuación:

**Tipo I.** Los ladrillos poseen durabilidad y resistencia muy baja; de preferencia utilizar en viviendas de requerimientos estructurales mínimos (viviendas de 1 o 2 pisos), usar revestimiento para evitar el impacto de la lluvia y contacto con el suelo.

**Tipo II.** Los ladrillos son de baja durabilidad y resistencia; son adecuados para usarse según servicio moderado (deben ir recubiertos en las construcciones y evitar la exposición a la intemperie sin contacto con agua, lluvia o suelo).

**Tipo III.** Ladrillos de durabilidad y resistencia media, se pueden utilizar para construcciones que podrían estar expuestas al medio ambiente.

**Tipo IV.** Ladrillos de durabilidad y resistencia alta; ideales para ser utilizados en construcciones que requieran rigurosidad de su uso. Se pueden usar a la intemperie moderadamente, y soportan lluvias contacto con suelo y agua.

**Tipo V.** Estas unidades de albañilería poseen durabilidad y resistencia elevada; ideales para ser usados en construcciones de uso exigentes, comportamiento similar del ladrillo tipo IV frente al medio ambiente.

## B. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

Se usarán las unidades de albañilería de acuerdo con lo indicado en Anexo B.

## C. PRUEBAS

Según la norma técnica de albañilería E.070 especifica que los ladrillos pasarán las siguientes pruebas:

- **Muestreo.** Se realiza en la obra, de cada lote constituido máximo hasta 50 millares de elementos, seleccionar 10 unidades indistintamente, para evaluar los resultados de alabeo y variación dimensional. Así también se toman cinco unidades para ensayos de resistencia a compresión y cinco para ensayo de absorción.
- **Resistencia a la Compresión.** Conforme a la Norma NTP 399.604:2002, se realizarán en laboratorio ensayos respectivos. Para obtener la resistencia a compresión típica esta se conseguirá al restar el valor de la desviación estándar del promedio de la muestra y este debe ser mayor del límite inferior establecido por la Norma.
- **Variación Dimensional.** Se usará lo descrito en Norma NTP 399.604: 2002 para obtener variación dimensional de las unidades de albañilería.
- **Alabeo.** El método se indica en la Norma NTP 399.604: 2002. para obtener el alabeo de las unidades de albañilería. A mayor alabeo de la Unidad de Albañilería implica un incremento en el espesor de la junta de los muros, disminuye la adherencia con el mortero y se podrían presentar fallas de tracción por flexión en la unidad.
- **Absorción.** Según Norma NTP 399.604: 2002, se realizan los ensayos de absorción. Es necesario que la absorción no supere el 22% y la succión debe estar comprendida entre 10 y 20 gr/200 cm<sup>2</sup>-min, antes de asentar las unidades de albañilería.

## **D. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD**

Conforme menciona la norma E.070: 2006 de albañilería, para aceptar la unidad de albañilería tendremos en cuenta lo siguiente:

- En la dispersión de los resultados (coeficiente de variación) la muestra evidencia más del 20% en unidades de albañilería producida de manera industrial, en el caso de unidades que se producen artesanalmente si obtienen el 40% en dispersión, se tendrá en cuenta ensayar otras muestras adicionales, si continúa las variaciones ese lote no se aceptará.

- La absorción del bloque de concreto P no será mayor que 12%. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

- La unidad de albañilería no tendrá manchas o franjas blancuzcas de procedencia salitrosa u otro tipo.

### **2.2.2 Confort Térmico**

Ayarquispe (2019), menciona: Si se quiere obtener el confort térmico al interior de una vivienda es primordial la conservación del calor, dentro de los ambientes una ventilación adecuada, aprovechar la energía solar y controlar la humedad interna. Para una adecuada valoración hay que verificar las sensaciones que impactan en los intercambios térmicos, la interacción que existe entre el medio ambiente y el individuo porque es inherente una sensación de confort, estos elementos que emiten sensaciones son temperaturas del aire y las paredes, objetos al rededor, la actividad física, la humedad del aire.

El autor plantea su objetivo haciendo un sistema constructivo y lograr incrementar la temperatura interna así tener confort térmico agradable y la población se sienta en un ambiente seguro dentro de sus viviendas además saludables, protegerse en las épocas donde el clima es más gélido.

### 2.2.3 Mecanismos de Transferencia de Calor.

Ayarquispe (2019), menciona: Para igualar la temperatura entre dos sistemas lo ideal es obtener el equilibrio térmico evitando que se transfiera el calor que implica el desplazamiento de calor entre dos sistemas por la diferencia de temperatura entre estos. La transferencia puede ocurrir a través de los siguientes mecanismos: conducción, convección y radiación.

**a) Conducción:** Cuando el calor fluye de un elemento de mayor temperatura a un elemento de menor temperatura existe una transferencia de calor mediante conducción. Los plásticos incluido el PET son malos conductores eléctricos y térmicos pues sus electrones libres se trasladan lentamente desde zonas de mayor temperatura hacia zonas de menor temperatura y se clasifican como malos conductores de calor, este tipo de transferencia térmica se la conoce como conducción. (Ayarquispe, 2019).

**b) Convección:** Es la forma de transferencia de energía por movilidad de masa desde un fluido (líquido o gaseoso) de una región a otra dentro del mismo. Si la circulación de fluidos es más rápida la transmisión de calor por convección se incrementa, un ejemplo sobre este tipo de mecanismo, cuando se calienta el plástico al punto de fusión (líquido) para poder moldear las distintas formas de envases o contenedores, esto debido al incremento de temperatura que vuelve más liviano el material. (Ayarquispe, 2019).

**c) Radiación:** En un medio heterogéneo cuando la energía que se emite es a través de ondas electromagnéticas se denomina radiación para que exista esa emisión se debe a cambios de configuración electrónica entre los átomos y/o moléculas. Una construcción sea vivienda u otro tipo está impactada por un efecto constante de temperatura externa y humedad relativa, por estas condiciones los materiales que

se usarán en construcción influyen en los incrementos o pérdidas del flujo de calor.  
(Ayarquispe, 2019).

#### 2.2.4 Ley de Fourier:

Peña y Román (2018); mencionan que Joshep Fourier fue quién formuló o creó la ecuación de conducción que es la siguiente:

Ecuación 1 Ley de Fourier.

$$Q_{cond} = KA * \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -KA * \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

(1)

Donde:

Qcond = Flujo de calor.

T1-T2 = Diferencia de temperatura.

A= Área de transferencia m<sup>2</sup>.

K= Conductividad térmica (w/m.k).

Δx = Espesor

La conductividad térmica o factor K está dentro de la ley de Fourier.

La conductividad térmica es la aptitud de un material de conducir calor, por ende, cuando se tiene un valor mayor indica que dichos materiales son buenos conductores de calor y como consecuencia son materiales con inadecuado aislamiento térmico.

Se puede inferir que los plásticos tienen baja conductividad térmica y por ello conducen mal el calor haciendo la comparación con otros materiales, esto se puede apreciar en Anexo C.

### 2.2.5 Resistencia Térmica (R):

Peña y Román (2018); si un material de construcción se opone al cruce de flujo de calor esto se denomina resistencia térmica, se incrementa cuando el material aumenta de grosor. Para obtener el valor de la resistencia térmica de un espécimen esto se determina dividiendo el espesor entre la conductibilidad térmica, se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$R = \frac{e}{K} \quad (2)$$

En donde:

- e: Espesor del espécimen (m).
- R: Resistencia Térmica (m<sup>2</sup>.K/W).
- K: Conductividad Térmica (W/m.K).

### 2.2.6 Transmitancia Térmica (U):

Peña y Román (2018); ocurre cuando un flujo de calor cruza a través de un cerramiento completo con variación de un grado en temperatura de ese cerramiento isoterma, si el valor de la transmitancia térmica es menor entonces el paso de energía entre las caras del ambiente es menor y mejora el aislamiento térmico.

$$U = \frac{1}{R} \quad (3)$$

En donde:

- R: Resistencia Térmica (m<sup>2</sup>.K/W).
- U: Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>.K).

### **2.2.7 Medición de la Conductividad Térmica.**

Chino (2018); indica que para medir la propiedad de conductividad térmica usaron el equipo verificador de conductividad térmica TCi Thermal, este puede mensurar la Efusividad y Conductividad térmica de forma directa e indirecta, con estos valores es factible analizar los distintos tipos de materiales como solidos piedra y cerámicos; polímeros vidrio y pírex; líquidos, espumas y polvos. El rango de medición del equipo va desde 0 hasta 120 W m/k, con una temperatura que varía entre -50° a 200°C con precisión de 1% y una exactitud de 5%. Para la toma de muestras se puede usar distintos tamaños, mínimamente la muestra debe tener 17mmn y de mayor tamaño no hay límites, el espesor mínimo debe ser de 0,5mm, el tiempo de preparación para la muestra es menor y no hay inconvenientes si se consideran distintos tipos de muestras, ya que el sensor no ingresa a las muestras es un método no destructivo.

Este equipo emplea un dispositivo que reflecta el calor es un sensor interfacial unilateral, se basa en el principio de fuente plana transitoria (MTPS) y cumple con norma ASTM D7984, usa resistencia eléctrica y fuente de calor que es incesante y esporádica que va cambiando, se aplica corriente eléctrica a la parte caliente del sensor, la muestra absorbe el calor en pequeña cantidad y lo restante ocasiona incrementos de temperatura en la interfase del sensor y muestra, normalmente menos de 2°C, al ocurrir el aumento de T° en la interfase genera una disminución en el voltaje del elemento sensor de esta forma se puede verificar las propiedades termofísicas de la muestra en estudio.

Se obtienen resultados entre los 5 min y 30min de estar realizando la medición a partir de haber iniciado la misma, la frecuencia al tomar los datos es de 60 segundos. Las propiedades termofísicas del espécimen son inversamente proporcionales progresivamente conforme va incrementándose el voltaje del sensor. Se interpreta que cuando aumenta la temperatura en la parte superficial del sensor esta es inversamente proporcional (es decir

una temperatura aumenta y la otra disminuye) según suficiencia de la muestra que tiene para transmitir calor, finalmente si el material posee una mayor capacidad de aislamiento, mayor será la cantidad de emisión de voltaje.

Las principales características del equipo C-Therm, se exponen en el Anexo D. (C-THERM, 2020).

### **2.2.8 Zona Bioclimática:**

Clasificación climática que establece parámetros ambientales de extensas áreas geográficas, esta clasificación es básica para implementar estrategias de diseño bioclimático de una construcción y con eficiencia energética lograr el confort térmico y lumínico, se aprecia la zonificación climática en Anexo E y valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>K en Anexo F. (Ministerio de vivienda, 2014)

### **2.2.9 Polímero PET (Polietilen Tereftalato):**

Reynaga y Rodríguez (2022) mencionan que las siglas PET provienen del inglés Polyethylene Terephthalate, se traduce al español como polietilen-terftalato. Para fabricar envases de agua, gaseosas u otros se usa como materia prima el PET.

PET: 1 kg se conforma por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos de gas natural y 13% de aire. Se sustrae paraxileno del petróleo crudo, que al oxidar con el aire forma el ácido tereftálico. Dentro de las características más importantes de este material, tenemos: Adecuado comportamiento frente a esfuerzos permanentes, tiene propiedades térmicas adecuadas, resistente al desgaste, alto coeficiente de deslizamiento, buena barrera CO<sub>2</sub>, correcta resistencia química, humedad y aceptable barrera O<sub>2</sub>, se puede reciclar, es liviano, posee transparencia y brillo considerable. Los datos técnicos del Polietilen -Tereftalato se encuentran en Anexo G.

### **2.2.9.1 Procesos industriales de reutilización de PET.**

Según Reynaga y Rodríguez (2022), se presentan los siguientes procesos industriales:

**A. Moldeo por extrusión:** Se trata de moldear productos constantemente, el material es impelido a través de un tornillo de un cilindro que termina en boquilla, esto forma una tira de longitud indeterminada. Para obtener distintas formas en perfiles se puede cambiar la boquilla.

**B. Moldeo por extrusión soplado:** Este método consiste en fabricar componentes huecos a través de extrusión o inyección, para ir cambiando la forma se va inyectando aire en el molde cerrado y frío así se puede solidificar el plástico indefectiblemente de acuerdo con el modelo que se requiera. Con este método se fabrican prioritariamente los plásticos biodegradables usados como envases.

**C. Inyección soplado:** Primeramente, calentar la preforma y estirar gradualmente, inyectan el aire para que cuando entre en contacto con el molde y sus paredes frías e inmediatamente se endurezca el envase.

**D. Moldeo bajo presión:** El aire del vacío que existe en la lámina y el molde se debe absorber, para que se adapte al molde. Luego, aplican presión en contacto con la lámina del plástico para finalmente adaptarla al molde.

### **2.2.10 Fibras sintéticas**

Arboleda (2018) menciona que el uso mayormente conocido para las fibras ha sido el de ser usado para fabricar elementos para cobertores de tejados o prefabricados de cemento con asbesto en fibras. Las fibras contribuyen con el material adicionando un refuerzo a la tensión requerida, pero por salud de las personas no se puede usar el asbesto y deben ser sustituidas por otro tipo de fibras de otros materiales en su composición para no afectar a los seres humanos. La clasificación de fibras se encuentra en Anexo H.

Las macrofibras a veces se adicionan al concreto para incrementar la resistencia del mismo, esto ayuda para que las estructuras puedan seguir soportando el peso, aunque ocurra un agrietamiento. La tenacidad es una característica que los materiales tienen cuando soportan cargas antes de romperse o destruirse. Arboleda (2018)

El concreto reforzado con fibras (con macrofibras) posee la propiedad de tenacidad muy elevada con respecto al concreto tradicional, a pesar de ello, ambos tienen igual resistencia (prácticamente la misma), pero el concreto reforzado con fibras adquiere la capacidad de mayor deformación antes de fallar en los ensayos, a diferencia del concreto sin fibra se fatiga y desploma “en seco”, no tiene la facultad de proporcionar a la estructura continuidad y pueden colapsar en pedazos. Arboleda (2018)

Después de presentarse fisuración en el concreto reforzado con fibras, éstas permiten a la estructura la absorción de la carga y no colapsar para poder seguir en funcionamiento, a esta propiedad se la conoce como Tenacidad.

### **2.3. Definición de términos básicos:**

- ***Polietilen-tereftalato (PET)***: Es un plástico proveniente de un polímero que se obtiene por polimeración de monoetilenglicol y ácido tereftálico, en función a su estructura cristalina lo utilizan como plástico para fabricar envases, como botellas para gaseosas y/o agua. (Serveistació, 2021)
- ***Unidad de albañilería***: Ladrillos de PET y cemento (autora Karina Cruz).
- ***Ladrillo PET y cemento***: Ladrillo moldeado a mano con un porcentaje de fibras sintéticas, cemento, agua y contiene partículas de PET (autora Karina Cruz).
- ***Aislamiento térmico***: Es la capacidad de oponer la conducción del calor, mediante ladrillos PET + cemento aportan una barrera a la transferencia del calor, si es bien

colocado, impide el detrimento de calor en estaciones frías y durante el verano incremento o conservación del calor. (Construye, 2020)

- **Propiedades mecánicas:** La unidad de albañilería posee estas propiedades y se refiere a la capacidad de éstas de soportar acciones de cargas externas y/o fuerzas que inciden momentáneamente. (Infinitia, 2021)

## CAPÍTULO III

### PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1 Hipótesis

##### 3.1.1 Hipótesis general.

Al incorporar Polietilen-tereftalato (PET) en la unidad de albañilería, el aislamiento térmico de ambientes varía en más de 10% con respecto a unidades de albañilería convencionales y las propiedades físico - mecánicas cumplen con Norma Técnica E-070.

#### 3.2 Variables.

##### 3.2.1 Variables

###### - Variable Independiente:

Contenido de Polietilen-tereftalato (PET).

###### - Variables Dependientes:

Aislamiento térmico.

Resistencia a Compresión uniaxial.

### 3.3 Matriz de consistencia metodológica.

#### Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietilen-tereftalato (PET) y cemento.

Definición del problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento: Recolección de datos	Metodología	Población y muestra	
¿En cuánto varía el aislamiento térmico de ambientes y las propiedades físico - mecánicas en las unidades de albañilería al incorporar polietilen-tereftalato (PET), cemento y fibras sintéticas?	Determinar el aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilen-tereftalato (PET), cemento y fibras sintéticas.	Al incorporar Polietilen-tereftalato (PET) en la unidad de albañilería, el aislamiento térmico de ambientes varía en más de 10% con respecto a unidades de albañilería convencionales y las propiedades físico - mecánicas cumplen con Norma Técnica E-070.	Variable Independiente	Contenido de Polietilen-tereftalato (PET).	-	Peso del material	Balanzas	Muestra de 183 unidades	
			Variable dependiente	Aislamiento térmico	Efusividad térmica	Reflectancia del calor de un sólido.	Ensayo de conductividad térmica.	Hipotético deductivo y empírico	Muestra de 3 unidades
				Resistencia a Compresión uniaxial.	Resistencia a la compresión en ladrillos.	Área neta, Carga máxima.	Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos		Muestra de 10 unidades

# CAPÍTULO IV

## MARCO METODOLÓGICO

### 4.1 Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en la ciudad de Cajamarca, ubicada en la provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca. El enfoque de la investigación abarcó la confección de unidades de albañilería y construcción de tres módulos de vivienda utilizando diferentes materiales, tales como ladrillo PET y cemento, ladrillo de arcilla y ladrillo de concreto artesanal.

Los ensayos necesarios para evaluar la resistencia a compresión, peso específico, entre otros, se llevaron a cabo en cuatro laboratorios situados en la ciudad de Cajamarca. Estos laboratorios son el Laboratorio GUERSAN, Laboratorio KAOLYN, Laboratorio OSMA y Laboratorio HURTECO.

#### Ubicación

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Cajamarca
- Distrito: Cajamarca

**Figura 1:** Imagen satelital de la ubicación dónde se elaboraron las unidades de albañilería



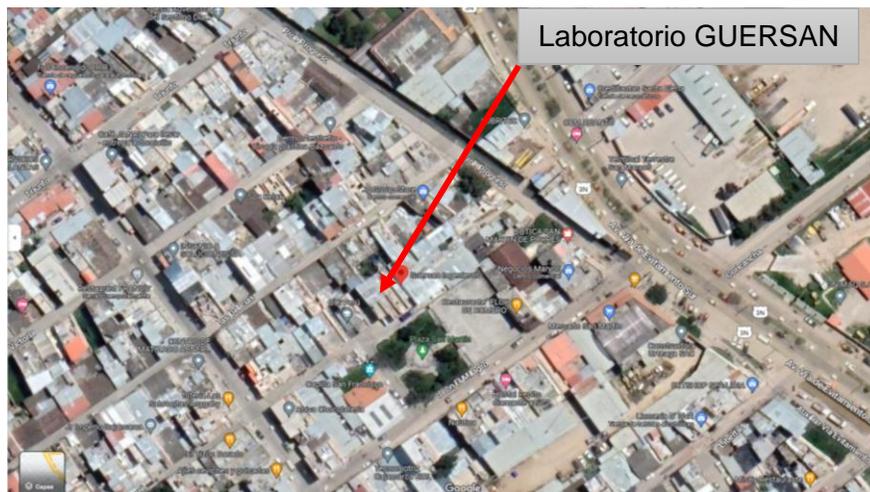
Coordenadas: E: 774109,00 m, N: 9207457,00m, Altura: 2774msnm, Zona -Uso: 17, hemisferio: Sur. Fuente: Google Maps.

**Figura 2:** Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio KAOLYN, Pje. Paraíso N°120



Coordenadas: E: 775975,49 m, N: 9209320,27m, Altura: 2691msnm, Zona - Uso: 17,  
hemisferio: Sur. Fuente: Google Maps.

**Figura 3:** Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio GUERSAN, Pje. Diego Ferré N°295.



Coordenadas: E: 775844,91 m, N: 9206969,20m, Altura: 2696msnm, Zona - Uso: 17,  
hemisferio: Sur. Fuente: Google Maps.

**Figura 4:** Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio OSMA, Jr. Mayta Cápac N°378.



Coordenadas: E: 780236,30 m, N: 9207178,72m, Altura: 2665msnm, Zona - Uso: 17,  
hemisferio: Sur. Fuente: Google Maps

**Figura 5:** Imagen satelital de la ubicación de Laboratorio HURTECO, Jr. La Mar N°224



Nota: Coordenadas: E: 773710,00 m, N: 9207948,30m, Altura: 2761msnm, Zona - Uso:  
17, hemisferio: Sur. Fuente: Google Maps

## 4.2 Diseño de la investigación

El diseño es experimental con comparación múltiple porque se realizó comparaciones de distintos materiales que se utilizaron en la confección de unidades de albañilería, determinándose mediante diversas magnitudes de mezcla de materiales cemento, agua, Polietilen-tereftalato (PET) y fibra sintética, hasta lograr el objetivo para obtener un aislamiento térmico adecuado y obtener un valor de resistencia a la compresión comparando con la Norma E-070.

## 4.3 Métodos de investigación

El método lógico utilizado es el hipotético deductivo, se ha elaborado la hipótesis considerando que el aislamiento térmico y las propiedades mecánicas mejoran utilizando material PET (Polietilen-tereftalato); así también el método empírico utilizado es el experimental en el cual se manipula la variable independiente Polietilen-tereftalato (PET), para analizar las variables de aislamiento térmico y propiedades mecánicas.

### **Procedimiento:**

Se unen los materiales (PET, cemento, agua, fibras sintéticas) para conformar unidades de albañilería y obtener la resistencia a la compresión de estas, se utilizó la máquina universal que proporcionó la resistencia a la compresión en  $\text{kg/cm}^2$ , se contrastó con Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se elaboraron distintos tipos de ladrillos con diferentes dosificaciones y dimensiones en total fueron 183 ladrillos para obtener finalmente el prototipo con el cual se realizaron los ensayos requeridos por Norma E-070, propiedades mecánicas, conductividad térmica y construcción de módulo para precisar el flujo o transferencia de calor.

El valor de **conductividad térmica** se obtuvo utilizando el equipo que mide la conductividad térmica de nombre Tci Thermal que adquirió hace más de 8 años la Universidad Nacional de Ingeniería UNI, para realizar las mediciones con este equipo

requieren de muestras de tamaño mínimo 17mm y de espesor mínimo 0.5mm, para el tamaño máximo no hay límites, siendo este un método no destructivo.

Se llevaron a la UNI: 03 muestras de ladrillos de PET, 03 muestras de ladrillo de arcilla y 03 muestras de ladrillo de concreto artesanal; que se han utilizado en esta investigación, de tamaño 1 pulg x 2 pulg. El Dr. Ing de la Escuela Ing. Física-UNI procedió a obtener datos de conductividad térmica con el equipo Tci Thermal para obtener la conductividad térmica, el sensor que tiene este equipo refleja energía eléctrica que la muestra absorbe, esto se interpreta de la siguiente manera cuando la medición de temperatura se incrementa en la superficie del sensor (en el retorno de la energía emitida) y este es mayor entonces la muestra posee una mayor capacidad de aislamiento térmico porque el voltaje que emitió fue mayor (existió una barrera en la muestra que permitió que la electricidad regrese en mayor intensidad) de igual forma menor aislamiento térmico menor retorno de voltaje al sensor.

El **aislamiento térmico** en los ambientes se determinó tomando mediciones con el termómetro digital utilizando la escala de temperatura Celsius que usa la medición en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) también se utilizó una pistola láser para determinar la temperatura de la caras internas y externas de los módulos construidos de 50cm x 50cm x 50cm de tres tipos de materiales, ladrillo PET y cemento, ladrillo de arcilla, ladrillo de concreto artesanal, de esta manera determinar el flujo de calor mediante la fórmula de Fourier (las mediciones se realizaron cada dos horas durante el día, parte de la noche y algunas horas de la madrugada) y el aislamiento térmico de dichos módulos.

#### **4.4 Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.**

##### **a. Población**

La población de estudio de la investigación fueron las unidades de albañilería fabricadas con materiales reciclados Polietilen-tereftalato (PET), cemento, agua y fibras sintéticas.

##### **b. Muestra**

Se realizaron distintas mezclas en proporciones en un total de 183 ladrillos para verificar y definir la mezcla según el presente proyecto de investigación, se aprecian las proporciones en tabla 1 y tabla 4.

La cantidad de unidades de albañilería para las pruebas finales de propiedades mecánicas: resistencia a la compresión, absorción, succión y variación dimensional y el ensayo de conductividad térmica realizado en la Universidad Nacional de Ingeniería, construcción de módulo de largo 50cm x ancho 50cm x altura 50cm (medición de flujo de calor en su interior) fue de 96 especímenes de dimensiones 24cm x 13cm x 9cm fabricados con cemento, materiales reciclados Polietilen-tereftalato (PET), agua y fibras sintéticas.

El muestreo usado no es probabilístico por que los muestreos utilizados no se calcularon con métodos estadísticos, se estableció un número de especímenes considerando la cantidad mínima de probetas necesarias requeridas en la norma y porcentajes de materiales para obtener un resultado que cumpla con lo requerido en la Norma E-070, siendo de 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,7% Agua + 0,3% fibras sintéticas.

**Tabla 1:** Cantidad de muestras.

<b>Pruebas realizadas</b>	<b>N° de ladrillos proporciones de mezcla propuestos.</b>	<b>N° de ladrillos proporción de mezcla final</b>
Variación dimensional y alabeo		10
Resistencia a la compresión 7 días	6	
Resistencia a la compresión 14 días	6	
Resistencia a la compresión 28 días	75	24
Succión		10
Absorción		10
Medición de flujo de calor.		31
Muestreo aleatorio para ensayos de Conductividad térmica UNI (3 pedazos de muestra por ladrillo).		3
Otros		8
<b>Total de muestras</b>		<b>183</b>

### **c. Unidad de Análisis**

Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería.

### **d. Unidad de Observación**

Las unidades de albañilería fabricadas con polietilen-tereftalato (PET), cemento y fibras sintéticas.

## **4.5 Técnicas e instrumentos de recopilación de información.**

### **4.5.1 Técnicas:**

Se utilizó estudios experimentales, diversas proporciones de PET para evaluar el aislamiento térmico y las propiedades mecánicas.

Para la creación de las unidades de albañilería se realizaron distintas proporciones de materiales de PET, cemento, agua y fibras sintéticas hasta obtener una proporción que cumpla con la Norma E-070.

**Peso de ladrillo de concreto convencional:** Se realizó comparación real, primero realizando las mediciones del peso convencional de un ladrillo de concreto de forma empírica, calculando el promedio de 3 unidades, siendo este valor mayor a 5000g; este resultado es comparable con el peso calculado teóricamente tomando como base las dimensiones del ladrillo y el peso del concreto simple según la norma técnica E-020.

- Calculo Experimental, peso de ladrillo de concreto artesanal en la ciudad de Cajamarca:

Medición 01: 5630g

Medición 02: 5725g

Medición 03: 5740g

**Promedio: 5678g**

- Calculo Teórico:

Dimensiones: 0,13m x 0,24m x 0,09m – 0,065m x 0,045m x 0,175m / 2

Peso por m<sup>3</sup>: 2300 Kg/m<sup>3</sup>

**Peso: 5870g**

#### **4.5.2 Instrumentos:**

Los instrumentos que se utilizaron para medir el incremento de temperatura en un ambiente son el termómetro digital, pistola láser, también la máquina universal para el ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.

#### **4.6 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información:**

Las técnicas utilizadas fueron la Estadística descriptiva e inferencial y los instrumentos son los softwares a utilizar para procesar la información de la toma de datos son Excel V.2013, Word V.2013, AutoCAD 2019, se utilizaron también: gráficas de

tendencia y obtener los resultados de medición del aislamiento térmico de un módulo construido con ladrillos de PET y cemento.

#### **4.7 Equipos, materiales.**

- **Equipos**

- Máquina trituradora de PET.
- Zaranda
- Máquina Universal
- Termohidrómetro para interiores y exteriores digital, marca Coolbox.
- Pistola de temperatura láser “termómetro infrarrojo industrial”, laser 50/550.
- Equipo medidor de Conductividad térmica MTPS C-THERM de Universidad Nacional de Ingeniería UNI.
- Amoladora angular.
- Tamices para obtención de granulometrías de agregados (norma ASTM C33).
- Horno de secado, con control de temperatura.
- Balanza, capacidad de 5000 g, aproximación de 0,01 g.
- Balanza, capacidad de 1000 kg, aproximación de 0,1 g.
- Molde de madera 1 para ladrillos de PET y cemento 22cm x 13 cm x 9 cm.
- Molde de metal para ladrillos de PET y cemento 24cm x 13 cm x 9 cm.
- Molde de madera 2 para ladrillos de PET y cemento 24cm x 13 cm x 9 cm.
- Molde con botadora y cuña de 1,5cm para ladrillos de PET y cemento 23cm x 13 cm x 9 cm.
- Molde con botadora y 10 hendiduras de 5 líneas para ladrillos de PET y cemento 23cm x 13 cm x 9 cm.
- Máquina vibro-compactadora.
- Vernier digital.
- Wincha.
- Regla metálica graduada a 1 mm.
- Bandejas de 50 cm diámetro x 30 cm de alto.
- Nivel de ingeniero.
- Balde para mezcla

- **Materiales**

- PET polietilen-tereftalato (picadillo de botellas de plástico).
- Arena proveniente de la cantera de El Gavilán.
- Fibras sintéticas (Sikacem-1 Fiber).
- Cemento Portland Tipo I.

**Moldes de las unidades de albañilería.**

Los moldes para la elaboración de las unidades de albañilería se indican en la tabla

2. El molde usado finalmente para los ensayos de clasificación fue el molde de madera (b).

**Tabla 2:** Características de los moldes.

N°	Dimensiones	Unidades (mm)	Observaciones
N°1	Largo	240	Molde metálico
	Ancho promedio	130	
	Alto	90	
N°2	Largo	220	Molde de madera (a)
	Ancho promedio	130	
	Alto	90	
N°3	Largo	230	Molde con botadora y cuña de 1,5cm, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.
	Ancho promedio	130	
	Alto	90	
N°4	Largo	230	Molde con botadora y 10 hendiduras de 5 líneas, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.
	Ancho promedio	130	
	Alto	90	
N°5	Largo	240	Molde de madera (b)
	Ancho promedio	130	
	Alto	90	

# CAPÍTULO V

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Presentación de resultados

#### 5.1.1 Ensayos del PET (Polietilen-tereftalato).

**Tabla 3:** Características físicas del PET.

<b>PET (Polietilen-tereftalato): Hojuelas</b>	<b>Unidad</b>
Peso unitario del agregado grueso-fino (compactado).	0,531 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario del agregado grueso-fino (suelto).	0,438 gr/cm <sup>3</sup>
Gravedad específica corregida.	1,417 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente.	0,445
Módulo de finura	3,9

### 5.1.2 Proporciones de mezcla.

**Tabla 4:** Proporciones de mezcla tomadas por conveniencia.

<b>% PET</b>	<b>% Cemento</b>	<b>% Agua</b>	<b>% Fibras sintéticas</b>	<b>Relación a/c</b>
45,00	31,50	21,50	2,00	0,68
48,00	38,00	13,70	0,30	0,36
	22,00	25,00	-	1,13
	23,50	23,50	-	1,00
	24,00	24,00	3,80 gr	1,00
	27,00	22,00	-	0,80
50,00	30,00	19,85	0,15	0,66
	30,00	19,70	0,30	0,65
	35,00	14,70	0,30	0,42
	37,00	12,70	0,30	0,34
	50,00	-	-	0,50
	50,00	-	-	0,45
53,00	47,00	-	-	0,50
55,00	45,00	-	-	0,50
57,00	43,00	-	-	0,50
60,00	40,00	-	-	0,50
55,00	45,00	-	-	0,50
50,00	50,00	-	-	0,45
53,00	47,00	-	-	0,50
55,00	45,00	-	-	0,60
55,00	45,00	-	-	0,60
60,00	40,00	-	-	0,50
57,00	43,00	-	-	0,50
55,00	45,00	-	-	0,30
60,00	40,00	-	-	0,30
55,00	45,00	-	-	0,30
57,00	43,00	-	-	0,30
60,00	40,00	-	-	0,30

### 5.1.3 Descripción de las unidades de albañilería.

**Tabla 5:** Características de los ladrillos.

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Tipo	Sólido
Material	PET+cemento
Dimensiones promedio largo x ancho x altura (mm)	240 x 130 x 90
Peso (kg)	2,37

### 5.1.4 Ensayos de las unidades de albañilería.

#### 5.1.4.1 Ensayos clasificatorios.

##### Variación dimensional.

**Tabla 6:** Variación dimensional.

<b>Característica</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
Longitud teórica (mm)	240,00	130,00	90,00
Desviación estándar promedio $\sigma$	1,31	0,76	1,30
Dimensión promedio (mm)	242,82	133,06	94,20
Variabilidad dimensional (%)	1,17	2,35	4,66
Coefficiente de variación (%)	0,54	0,57	1,38

##### Alabeo

**Tabla 7:** Alabeo.

<b>Alabeo promedio de los ladrillos</b>	
Cóncavo (mm)	0,67
Convexo (mm)	0,00

## Resistencia a la compresión de unidades

Tabla 8: Resultados de compresión a los 28 días.

Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia	
	Largo	Ancho	Altura			(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa
1	24,37	13,46	8,89	328,02	10086,9	30,8	3,02
2	24,38	13,43	8,78	327,42	10523,3	32,1	3,15
3	24,26	13,23	8,95	320,96	10335,7	32,2	3,16
4	24,44	13,41	8,98	327,74	10553,9	32,2	3,16
5	24,27	13,24	8,81	321,33	10666,1	33,2	3,26
6	24,29	13,28	8,88	322,57	10168,4	31,5	3,09
7	24,38	13,44	8,86	327,67	11613,4	35,4	3,47
8	24,26	13,38	8,77	324,60	10989,3	33,9	3,32
9	24,25	13,40	8,77	324,95	11210,6	34,5	3,38
10	24,21	13,34	8,91	322,96	8768,4	27,2	2,67
Resistencia a la compresión promedio (fb):						32,3	3,17
Desv. Estándar ( $\sigma$ ):						2,28	0,22
Resistencia característica a compresión (f' b):						30,02	2,94
Coeficiente de variación (c.v.) %:						7,06	7,06
Resistencia a la Compresión con el Coeficiente de Relación unidades enteras y medias (CR):						<b>32,63</b>	<b>3,20</b>

### 5.1.4.2 Ensayos No clasificatorios.

#### Contenido de Humedad

Tabla 9: Contenido de Humedad.

Espécimen	Peso Inicial (g)	Peso Seco (g)	Contenido de humedad (%)
1	2469,13	2399,82	2,89
2	2741,15	2659,43	3,07
3	2587,07	2516,00	2,82
4	2545,99	2467,77	3,17
5	2599,30	2535,44	2,52
6	2386,94	2312,95	3,20
7	2791,33	2707,40	3,10
8	2808,08	2729,65	2,87
9	2382,19	2318,69	2,74
10	2718,10	2655,89	2,34
Contenido de humedad promedio (W%p.):			2,87
Desviación estándar ( $\sigma$ ):			0,28
<b>Contenido de Humedad (%)</b>			<b>2,59</b>
Coeficiente de variación (c.v.):			9,80

#### Succión

Tabla 10: Succión.

Espécimen	Peso Seco (g)	Peso Succión (g)	Dimensiones (mm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)
			Largo	Ancho		
1	2399,82	2659,43	241,30	133,30	321,78	161,36
2	2659,43	2834,05	243,00	136,00	330,48	105,68
3	2516,00	2655,15	243,70	133,00	324,08	85,87
4	2467,77	2618,22	243,70	133,30	324,89	92,62
5	2535,44	2695,68	243,00	134,30	326,43	98,18
6	2312,95	2459,42	242,30	132,00	319,88	91,58
7	2707,40	2904,37	247,30	137,70	340,50	115,69
8	2729,65	2882,56	245,00	136,00	333,20	91,78
9	2318,69	2524,90	241,30	133,30	321,78	128,17
10	2655,89	2824,35	243,00	132,00	320,76	105,04
Succión promedio (Suc. p.):						107,60
Desviación estándar ( $\sigma$ ):						22,81
<b>Succión(Suc):</b>						<b>84,79</b>
Coeficiente de variación (c.v.):						21,20

## Absorción

**Tabla 11:** Absorción.

Espécimen	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Absorción (%)
1	2399,82	2903,94	21,01
2	2659,43	3207,23	20,60
3	2516,00	3040,61	20,85
4	2467,77	2969,65	20,34
5	2535,44	3074,20	21,25
6	2312,95	2770,44	19,78
7	2707,4	3226,48	19,17
8	2729,65	3302,07	20,97
9	2318,69	2780,66	19,92
10	2655,89	3174,36	19,52
Absorción promedio (Abs p.):			20,34
Desviación estándar ( $\sigma$ ):			0,71
<b>Absorción (Abs %):</b>			<b>19,63</b>
Coeficiente de variación (c.v.):			3,48

## Peso unitario volumétrico

**Tabla 12:** Peso unitario volumétrico.

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso seco (g)	Peso Uni. Vol. (g/cm <sup>3</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
1	24,13	13,33	9,40	3023,54	2399,82	0,79
2	24,30	13,60	9,60	3172,61	2659,43	0,84
3	24,37	13,30	9,53	3088,87	2516,00	0,81
4	24,37	13,33	9,43	3063,36	2467,77	0,81
5	24,30	13,43	9,57	3123,16	2535,44	0,81
6	24,23	13,20	9,20	2942,49	2312,95	0,79
7	24,73	13,77	9,30	3166,95	2707,40	0,85
8	24,50	13,60	9,83	3275,36	2729,65	0,83
9	24,13	13,33	9,10	2927,04	2318,69	0,79
10	24,30	13,20	9,53	3056,84	2655,89	0,87
Peso unitario volumétrico promedio (Wprom):						0,82
Desv, Estándar ( $\sigma$ ):						0,03
<b>Peso unitario volumétrico (g/cm<sup>3</sup>):</b>						<b>0,79</b>
Coeficiente de variación (c..v.) % :						3,41

**PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO DE LADRILLO PET+CEMENTO**

Tipo	Peso unitario volumétrico de la unidad (g/cm <sup>3</sup> )
50%PET+37%CEMENTO+12,7% AGUA+0,3%FIBRAS SINTÉTICAS	<b>0,79</b>

**Peso**

Tabla 13: Peso.

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso seco (g)	Peso Uni. Vol. (g/cm <sup>3</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
1	24,13	13,33	9,40	3023,54	2399,82	0,79
2	24,30	13,60	9,60	3172,61	2659,43	0,84
3	24,37	13,30	9,53	3088,87	2516,00	0,81
4	24,37	13,33	9,43	3063,36	2467,77	0,81
5	24,30	13,43	9,57	3123,16	2535,44	0,81
6	24,23	13,20	9,20	2942,49	2312,95	0,79
7	24,73	13,77	9,30	3166,95	2707,40	0,85
8	24,50	13,60	9,83	3275,36	2729,65	0,83
9	24,13	13,33	9,10	2927,04	2318,69	0,79
10	24,30	13,20	9,53	3056,84	2655,89	0,87
Peso unitario volumétrico promedio (Wprom):						0,82
Desv. Estándar ( $\sigma$ ):						0,03
<b>Peso unitario volumétrico (g/cm<sup>3</sup>):</b>						<b>0,79</b>
Coeficiente de variación (c.v.) %:						3,41

**PESO DE LADRILLO DE PET+CEMENTO**

Tipo ladrillo	50%PET+37%CEMENTO+12,7%AGUA+0,3%FIBRAS SINTÉTICAS
Peso promedio:	2530,30
Desv. Estándar ( $\sigma$ ):	155,18
<b>Peso (g):</b>	<b>2375,12</b>
Coeficiente de variación (C.V.) %:	6,13

## Conductividad térmica

**Tabla 14:** Conductividad térmica ladrillo arcilla.

	<b>Effusivity (Ws<sup>1/2</sup> / m<sup>2</sup>K)</b>	<b>k (W/mk)</b>
M1	355,248	0,154
M2	566,219	0,238
M3	411,267	0,176
	<b>444.245 ± 109.283</b>	<b>0,189 ± 0.043</b>

**Tabla 15:** Conductividad térmica ladrillo de PET y cemento.

	<b>Effusivity (Ws<sup>1/2</sup> / m<sup>2</sup>K)</b>	<b>k (W/mk)</b>
P1	579,520	0,243
P2	693,103	0,291
P3	346,288	0,151
	<b>539.637 ± 176.813</b>	<b>0,228 ± 0,071</b>

**Tabla 16:** Conductividad térmica ladrillo de concreto artesanal.

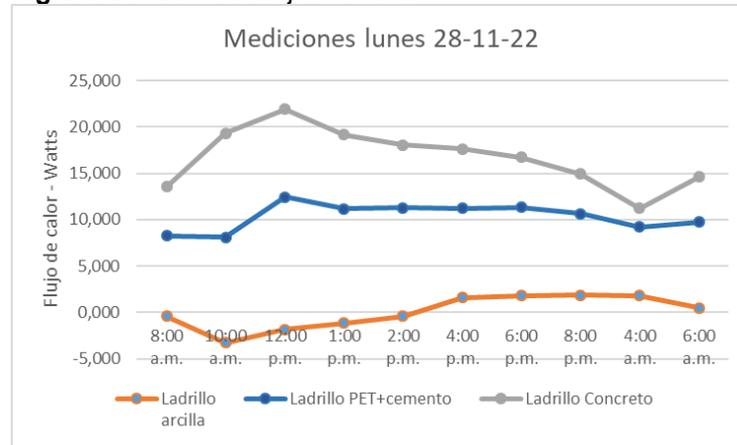
	<b>Effusivity (Ws<sup>1/2</sup> / m<sup>2</sup>K)</b>	<b>k (W/mk)</b>
C1	1036,635	0,453
C2	933,876	0,403
C3	707,104	0,298
	<b>892.538 ± 168.609</b>	<b>0,384 ± 0,079</b>

## Flujo de calor

**Tabla 17:** Resultados de mediciones de flujo de calor, lunes 28-11-22.

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	-0,416	8,247	13,566
10:00 a.m.	-3,285	8,103	19,333
12:00 p.m.	-1,871	12,444	21,932
1:00 p.m.	-1,164	11,190	19,170
2:00 p.m.	-0,416	11,286	18,033
4:00 p.m.	1,580	11,238	17,627
6:00 p.m.	1,788	11,334	16,734
8:00 p.m.	1,830	10,659	14,946
4:00 a.m.	1,788	9,212	11,210
6:00 a.m.	0,499	9,743	14,622

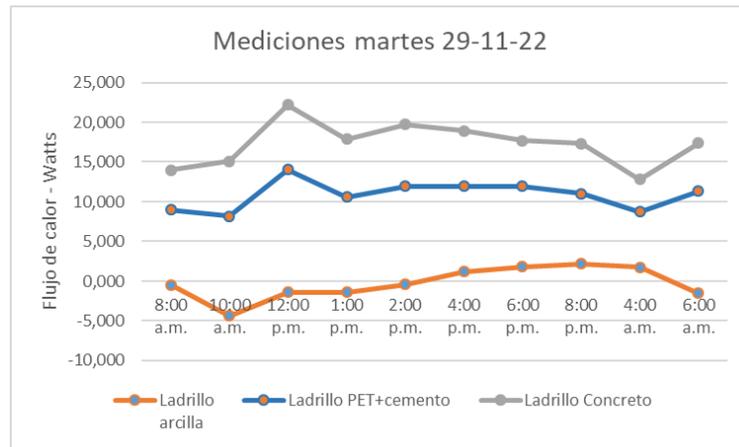
**Figura 6:** Curvas de flujo de calor.



**Tabla 18:** Resultados de mediciones de flujo de calor, martes 29-11-22.

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	-0,457	8,971	13,972
10:00 a.m.	-4,366	8,199	15,109
12:00 p.m.	-1,414	14,035	22,176
1:00 p.m.	-1,414	10,611	17,871
2:00 p.m.	-0,416	11,961	19,739
4:00 p.m.	1,206	11,961	18,927
6:00 p.m.	1,788	11,913	17,708
8:00 p.m.	2,162	10,997	17,302
4:00 a.m.	1,746	8,730	12,834
6:00 a.m.	-1,497	11,334	17,383

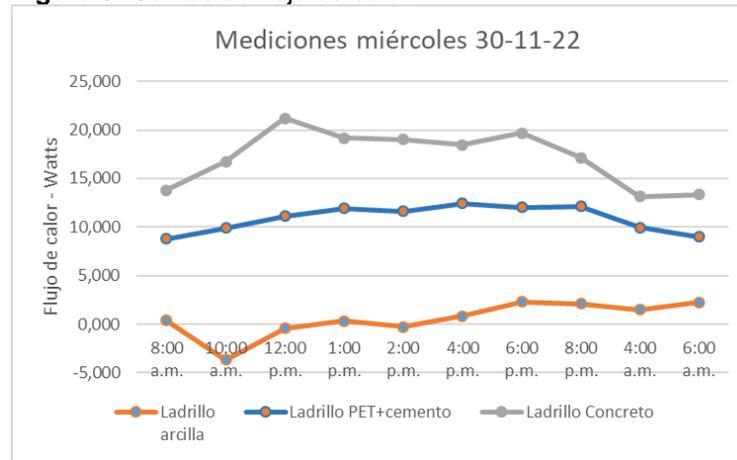
**Figura 7:** Curvas de flujo de calor.



**Tabla 19:** Resultados de mediciones de flujo de calor, miércoles 30-11-22.

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	0,374	8,778	13,809
10:00 a.m.	-3,659	9,887	16,734
12:00 p.m.	-0,416	11,093	21,201
1:00 p.m.	0,333	11,913	19,170
2:00 p.m.	-0,249	11,624	19,008
4:00 p.m.	0,832	12,444	18,439
6:00 p.m.	2,328	12,009	19,658
8:00 p.m.	2,121	12,106	17,140
4:00 a.m.	1,497	9,936	13,159
6:00 a.m.	2,245	8,971	13,322

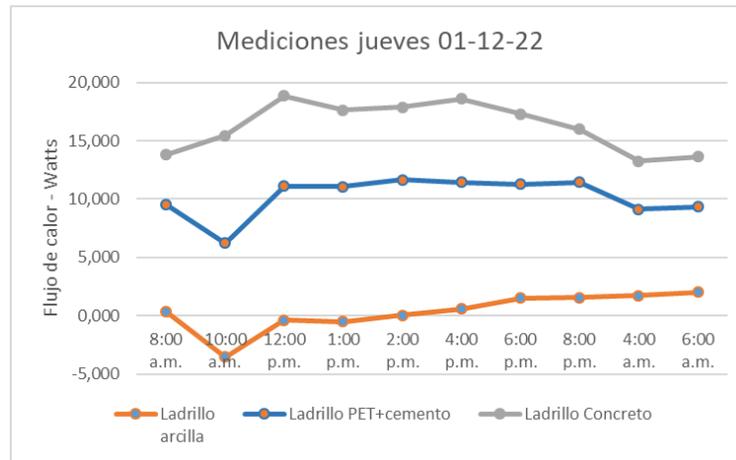
**Figura 8:** Curvas de flujo de calor.



**Tabla 20:** Resultados de mediciones de flujo de calor, jueves 01-12-22.

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	0,374	9,550	13,809
10:00 a.m.	-3,534	6,222	15,434
12:00 p.m.	-0,374	11,093	18,846
1:00 p.m.	-0,499	11,045	17,627
2:00 p.m.	0,042	11,672	17,871
4:00 p.m.	0,582	11,431	18,602
6:00 p.m.	1,497	11,286	17,302
8:00 p.m.	1,538	11,431	16,002
4:00 a.m.	1,705	9,116	13,241
6:00 a.m.	1,996	9,357	13,647

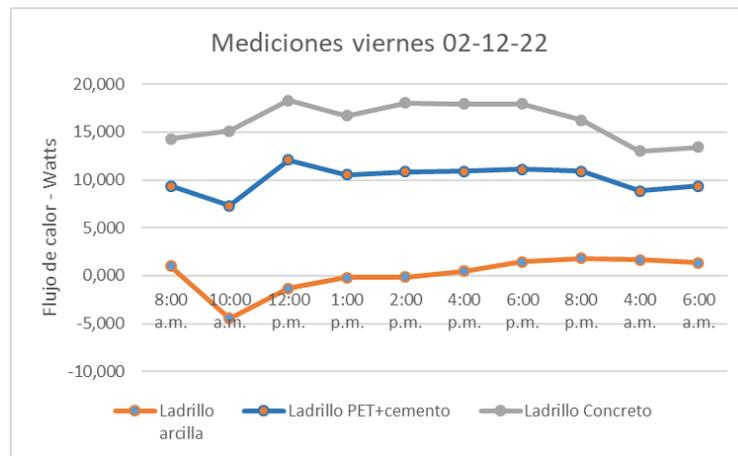
**Figura 9:** Curvas de flujo de calor.



**Tabla 21:** Resultados de mediciones de flujo de calor, viernes 02-12-22.

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	0,998	9,357	14,297
10:00 a.m.	-4,449	7,283	15,109
12:00 p.m.	-1,331	12,106	18,277
1:00 p.m.	-0,166	10,563	16,734
2:00 p.m.	-0,125	10,852	18,033
4:00 p.m.	0,457	10,900	17,952
6:00 p.m.	1,455	11,093	17,952
8:00 p.m.	1,830	10,900	16,246
4:00 a.m.	1,663	8,826	12,997
6:00 a.m.	1,372	9,357	13,403

**Figura 10:** Curvas de flujo de calor.



## **5.2 Análisis, interpretación y discusión de resultados**

### **5.2.1 Ensayos del PET (Polietilen-tereftalato).**

Con respecto a la granulometría obtenida según Norma ASTM C136, se corroboró que la franja de material más representativa dentro del PET seleccionado se obtuvo en el tamiz N°16; debido a:

- En este tamiz queda retenida la mayor cantidad de material caracterizado correspondiente al 69,2% de la muestra tomada.
- El material retenido de PET (Polietilen-tereftalato) clasifica como una arena media según su tamaño.

El módulo de finura es, 3,9 está fuera de rango, siendo lo recomendable que se encuentre entre los valores de 2,35 y 3,15, puede ser rechazado como agregado fino, en el presente estudio se está considerando proporciones de mezcla y no diseños de mezcla (los cuales se realizaron, pero no hubo resultados coherentes con el diseño planteado).

### **5.2.2 Proporciones de mezcla.**

Las proporciones de mezcla consideradas se realizaron de forma experimental según se aprecia en el resumen de Tabla 4 para finalmente obtener la proporción con la adición de fibras sintéticas que le brinda cohesión a la unidad de albañilería de PET, cemento y fibras sintéticas.

### **5.2.3 Descripción de las unidades de albañilería.**

El ladrillo fabricado para el estudio, fue sólido, con superficie rugosa que genera una mejor unión al mortero en la construcción de un muro de tabiquería y su sección transversal en cualquier plano que se encuentra paralelo a la superficie de asiento y ocupa un área igual o superior que el 70% del área bruta en un plano similar de acuerdo a Norma técnica E.070 del año 2006.

## **5.2.4 Ensayos de las unidades de albañilería.**

### **5.2.4.1 Ensayos clasificatorios**

#### **Variación dimensional.**

La Tabla 6, muestra valores de 1,17% en longitud, 2,35% en ancho y 4,66 % en alto para el ensayo de variación dimensional, los coeficientes de variación son 0,54% en la longitud, 0,57% en el ancho y 1,38% en el alto, según los resultados obtenidos comparando con la Norma E.070 del 2006 se tiene los rangos de variaciones  $\pm 8\%$  para dimensiones hasta 100 mm,  $\pm 6\%$  para dimensiones hasta 150 mm y  $\pm 4\%$  para dimensiones mayores a 150 mm para un ladrillo tipo I y la NTP 339.601 del 2005 indica una variación de  $\pm 3,2$  mm ( $\pm 1/8$  pulgada).

Este resultado es la consecuencia de la fabricación artesanal del presente prototipo de ladrillo donde se hizo el apisonado manual y la mayor variación se aprecia en la altura del espécimen.

#### **Alabeo**

La Tabla 7, indica valores de concavidad de 0,67 mm y valores convexos del ladrillo de 0,00 mm, la Norma E.070 del 2006 permite un alabeo máximo de 2mm para ladrillos tipo V y el ladrillo cumple con esta clasificación. Igual que la variabilidad dimensional el alabeo son propiedades importantes ya que mayores irregularidades en estos resultados provocarían fallas de tracción por flexión en los ladrillos y una adherencia inestable entre ellos, implica también menor resistencia en el conjunto de albañilería.

#### **Resistencia a la compresión de unidades**

Los resultados de los ensayos que se indican en la Tabla 8, muestra un valor de la resistencia a compresión del ladrillo considerando el Coeficiente de Relación entre la

Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería enteras y medias unidades (Norma NTP 399.613) de 3,20 MPa (32,63 kg/cm<sup>2</sup>), este valor no es aceptado para clasificar al ladrillo como tipo I según la Norma E.070 del 2006. Considerando los resultados de los ensayos para clasificar las unidades evaluadas, éstas pueden ser usadas como tabiquería, o muros no portantes dentro de una construcción. Se aprecian el procesamiento detallado de datos en Apéndice B.

#### **5.2.4.2 Ensayos No clasificatorios.**

##### **Contenido de Humedad**

La Tabla 09, indica el análisis del ensayo de contenido de humedad de 10 ladrillos de PET y cemento el resultado obtenido fue de 2,59%, este valor bajo nos indica que al ser un material poroso no va a retener mucha humedad en su composición y antes de colocar el ladrillo en un muro se tiene que humedecer para que no absorba el contenido de humedad del mortero.

##### **Succión**

La Tabla 10, indica el valor hallado fue de 84,79 g/200 cm<sup>2</sup>-min que podemos considerar alto, entonces este valor calculado es mucho mayor a 20 g/200 cm<sup>2</sup>-min, para colocar en obra esta unidad de albañilería se tiene que humedecer para que no absorba el contenido de humedad del mortero.

##### **Absorción**

La Tabla 11, muestra el valor de 19,63% para la absorción, este valor está dentro de los indicados en la Norma E.070 (2006) del RNE comparándola con unidades de arcilla que indica un valor menor a 22%; si se compara con un ladrillo de concreto clase P (no mayor que 12%) no cumple con el valor requerido; este valor resultante indica también

que las unidades de albañilería son muy porosas y ello implica una baja resistencia a la acción de la intemperie, por ello se recomienda que se realice revestimiento de los muros.

### **Peso unitario volumétrico**

La Tabla 12, indica el valor de peso unitario volumétrico de 0,79 g/cm<sup>3</sup>, este valor es menor comparado con resultados de unidades de albañilería de fábrica que oscilan en valores mayores a 1,60 g/cm<sup>3</sup>. Este valor nos indica que al utilizarse en una construcción disminuiría el valor de carga muerta de una edificación.

### **Peso**

En Tabla 13, se aprecia el valor de peso promedio de la unidad de albañilería de PET y cemento fue de 2375,12 g, este valor comparado con las unidades de albañilería de concreto y arcilla es mucho menor por la adición de PET, esto implica menor peso de carga muerta en una edificación.

### **Conductividad térmica**

Las Tablas 14, 15 y 16, indican los distintos resultados de conductividad térmica de 3 muestras por cada tipo de ladrillos de PET y cemento, ladrillo de concreto artesanal y ladrillo de arcilla, se aprecia que el ladrillo de PET y cemento tiene menor valor de conductividad térmica comparado con el ladrillo de concreto artesanal, pero el ladrillo de arcilla artesanal tiene menor valor de conductividad térmica de los tres ladrillos; un menor valor de conductividad térmica indica que el ambiente tiene un mayor aislamiento térmico (mejores condiciones interiores en edificios).

## Flujo de calor

Las Tablas 17, 18, 19, 20, 21 y figuras 6, 7, 8, 9 y 10 respectivas nos muestran el resultado de las mediciones del flujo de calor dentro de los 3 módulos de dimensiones 50cm x 50cm x50cm que fueron construidos con unidades de albañilería de PET y cemento, de arcilla artesanal y concreto artesanal, se aprecia que hasta el mediodía existe una variación en las mediciones de flujos de calor esto porque a primeras horas de la mañana el calor ingresa al módulo; posteriormente en el transcurso de la tarde hacia la madrugada el flujo de calor se mantiene constante con variaciones hacia las 4 a.m. donde la temperatura del ambiente es más baja.

También se aprecia que el módulo construido de unidades de albañilería de PET, cemento, agua y fibras sintéticas tiene el valor de menor flujo de calor con respecto al ladrillo de concreto convencional, por lo que existe menor fuga de calor en su interior durante el transcurso del día y madrugada en la medición de los 5 días, el módulo con menor flujo de calor fue el construido con ladrillos de arcilla.

### 5.3 Contratación de hipótesis

Los resultados de la Tabla 5 presentan la clasificación de las unidades según sus características y las Tablas 8, 9, 10 y 11 se aprecia las propiedades físico-mecánicas de estas unidades de acuerdo con lo indicado en la Norma E.070 del año 2006.

**Tabla 22:** Clasificación de las unidades de la investigación.

<b>Clasificación de las unidades según Norma E.070</b>	<b>Investigación Dimensiones / características</b>	<b>Clasificación</b>
Según dimensión	240 mm x 130 mm x 90 mm Peso: 2,4 kg	Ladrillo
Por su materia prima	PET(Polietilen -tereftalato): cemento: agua: fibras sintéticas.	Ladrillo

**Tabla 23:** Propiedades físicas y mecánicas de las unidades.

Descripción	Norma E.070	Investigación	
		Dimensiones	Clase
Propiedades físicas	Variabilidad dimensional para ladrillo clase V con más de 150 mm $\pm$ 1 %	Largo: 1,17 % Ancho: 2,35 % Alto: 4,66%	Clase I
	Alabeo para ladrillo clase V Máx. 2 mm	Cóncavo: 0,67 mm Convexo: 0,00 mm	Clase V
Propiedades mecánicas	Resistencia característica a la compresión para ladrillo clase V	3,27 Mpa (33,31 kg/cm <sup>2</sup> )	Bloque NP (2) (Bloque usado en la construcción de muros no portantes).

Estos resultados muestran la comparación con la Norma E.070 del 2006, como se aprecia según las pruebas esta unidad de albañilería cumple para ser utilizado en cerramientos no portantes y tabiquería en construcción.

**Tabla 24:** Resumen de resultados de ensayos - conductividad térmica.

Tipo de ladrillo	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> / m <sup>2</sup> K)	k (W/mk)
LADRILLO ARCILLA	444,245 $\pm$ 109,283	<b>0,189 <math>\pm</math> 0,043</b>
LADRILLO PET+Cemento	539,637 $\pm$ 176,813	<b>0,228 <math>\pm</math> 0,071</b>
LADRILLO CONCRETO	892,538 $\pm$ 168,609	<b>0,384 <math>\pm</math> 0,079</b>

Estos resultados de ensayos de conductividad térmica de unidades de albañilería de PET y cemento nos muestran que el ladrillo elaborado con Polietilen-tereftalato (picadillo de botellas plásticas) posee una conductividad térmica baja y sirve para un mejor aislamiento térmico de ambientes de casas, según la hipótesis planteada.

## CONCLUSIONES

- El valor del aislamiento térmico obtenido mediante la pérdida del flujo de calor del módulo construido con ladrillos de PET, cemento y fibras sintéticas tuvo un porcentaje de 37,219% de mejor aislamiento térmico con respecto a la medición del módulo construido con ladrillo de concreto convencional; este valor supera el 10% planteado en la hipótesis.
- El ladrillo puede ser utilizado para tabiquería y cerramientos según sus propiedades físicas: La variación dimensional es de 1,17% en longitud, 2,35% en ancho y 4,66% en alto y sus coeficientes de variación son de 0,54% en la longitud, 0,57% en el ancho y 1,38% en el alto.
- El alabeo promedio tuvo valores de 0,67 mm para las zonas cóncavas y de 0,00 para las zonas convexas y la Norma Técnica E.070 del 2006 acepta un alabeo máximo de 2mm para ladrillos tipo V, el ladrillo cumple con esta clase y la absorción obtuvo un valor de 19.63%.
- La resistencia característica ( $f_b$ ) a la compresión del ladrillo considerando el Coeficiente de Relación entre la Resistencia a Compresión de Unidades de Albañilería enteras y medias unidades (Norma NTP 399.613) fue 3,20MPa (32,63kg/cm<sup>2</sup>). Según consideraciones en la NTP 399.613.
- El ladrillo tiene menor peso de carga muerta en una edificación, el peso promedio de la unidad de albañilería de PET, cemento y fibras sintéticas es de 2375,12 g (debido a la incorporación de PET), este valor resulta menor comparado con las unidades de albañilería de concreto artesanal cuyo peso es superior a 5000g e incluso a las unidades de arcilla cuyo peso es superior a 3000g.
- La proporción de materiales para elaborar las unidades de albañilería fueron: 50% Polietileno - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,7% Agua + 0,3% fibras sintéticas,

estas unidades de albañilería se usaron en los ensayos físico-mecánicos y conductividad térmica.

- El ladrillo elaborado con polietileno tereftalato (picadillo de botellas plásticas) posee una conductividad térmica baja 0,228 k (W/mk), este valor nos indica que al ser usado en un cerramiento obtenemos un mayor aislamiento térmico; es correcto mencionar que la conductividad térmica va disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de PET, la conductividad térmica menor obtenida fue la del ladrillo de arcilla 0,189k (W/mk).
- Los ladrillos elaborados en mesa vibradora no presentaron variación en resistencia a compresión con respecto a ladrillos elaborados de forma manual (apisonando la mezcla de PET y cemento dentro del molde).
- Esta unidad de albañilería puede ser usada en estructuras donde se requiera mantener el flujo del calor (aislantes del frío y del calor) así tener un mejor confort térmico en zonas de clima gélido. En los módulos construidos de tres ladrillos distintos, se apreció que el módulo construido con elementos de albañilería de PET y cemento tiene el valor de menor flujo de calor con respecto al ladrillo de concreto convencional, por lo tanto, existe menor fuga de calor en su interior durante el transcurso del día y madrugada en la medición de los 5 días.

## RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

1. Realizar investigaciones con distintas proporciones de PET y fibras sintéticas como elemento de unión en una unidad de albañilería con PET.
2. Evaluar la resistencia a la compresión de los bloques que contengan PET, elaborados en forma artesanal y en forma manual.
3. Verificar la opción de usar mayor cantidad de muestras de ladrillos PET para el ensayo de conductividad térmica y contrastar el incremento o disminución del valor de conductividad térmica de estas unidades de albañilería.
4. Evaluar la construcción de módulos con distintos tipos de ladrillos fabricados y utilizados en la ciudad de Cajamarca y considerar realizar comparaciones sobre cuáles de ellos generan un mejor confort térmico.
5. Considerar realizar investigación sobre ensayos de resistencia al fuego de unidades de albañilería donde esté incorporado el material PET Polietilen-tereftalato, así también evaluar sus propiedades acústicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alelegn, E (2019). *An Experimental Study on Production of Brick by using a mixture of waste plastic and sand*. HAWASSA UNIVERSITY, HAWASSA, ETHIOPIA.  
<http://etd.hu.edu.et/bitstream/handle/123456789/2851/ELSABETH%20ALELEGN%20JUNE%2025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alonso M. (2022) En vías de reciclado. TSS Revista tecnológica.  
<https://www.agenciatss.com.ar/en-vias-de-reciclado>
- Apaza, J., Portugal, M. y Tirado, Leo. (2021). *Viabilidad de Implementación de un ladrillo ecológico compuesto de PET y cenizas de pollerías en el contexto de Tacna – Perú*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.  
<https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/arquitek/article/view/489/417>
- Arboleda, G. (2018). *Estudio de Factibilidad Técnica y Económica para la Elaboración de Concreto, Reemplazando la malla electro soldada por fibras sintéticas*. Universidad Católica Lumen Gentium. Santiago de Cali, Colombia.  
[https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/1564/ESTUDIO\\_FACTIBILIDAD\\_T%c3%89CNICA\\_ECON%c3%93MICA\\_ELABORACI%c3%93N\\_CONCRETO\\_REEMPLAZANDO\\_MALLA\\_ELECTRO\\_SOLDADA\\_FIBRAS\\_SIN\\_T%c3%89TICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/1564/ESTUDIO_FACTIBILIDAD_T%c3%89CNICA_ECON%c3%93MICA_ELABORACI%c3%93N_CONCRETO_REEMPLAZANDO_MALLA_ELECTRO_SOLDADA_FIBRAS_SIN_T%c3%89TICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ASTM D7984 – 16 (2016). “*Standard Test Method for Measurement of Thermal Effusivity of Fabrics Using a Modified Transient Plane Source (MTPS) Instrument*”.  
[Ahttps://cdn.standards.iteh.ai/samples/110439/09def55fd17f4a14bf24cc1e6f747ce0/ASTM-D7984-21.pdf](https://cdn.standards.iteh.ai/samples/110439/09def55fd17f4a14bf24cc1e6f747ce0/ASTM-D7984-21.pdf)
- Berretta, H., Gatani, M., Gaggino R., Arguello, R. (2008). *Ladrillos de Plástico Reciclado*. Una propuesta ecológica para la vivienda social. Buenos Aires, Argentina.  
[https://books.google.com.pe/books/about/Ladrillos\\_de\\_pl%C3%A1stico\\_reciclado.html?id=la1lswEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Ladrillos_de_pl%C3%A1stico_reciclado.html?id=la1lswEACAAJ&redir_esc=y)

Campos, K. (2019). *Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado*. Universidad de Piura.

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4292/PYT\\_Informe\\_Final\\_ProyectoLadrillos\\_PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4292/PYT_Informe_Final_ProyectoLadrillos_PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CENEPRED, (2021). *Escenarios de riesgo por heladas y Friajes 2021*.

[https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11045\\_escenarios-de-riesgo-por-heladas-y-friajes-2021.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11045_escenarios-de-riesgo-por-heladas-y-friajes-2021.pdf)

CEVE, (2016). *Ladrillos de plástico reciclado. Una alternativa al reciclado y reutilización del plástico para los productos de construcción*. Córdoba, Argentina. Redactado por equipo editorial de construcción.vilssa

Chino, I. (2018). *Propiedades Mecánicas y Térmicas de Adobes Compactados*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Construye, (2020), Aislamiento térmico de edificios-

<https://construye2020.eu/plataforma-sobre-formacion-profesional/recurso-de-formacion/aislamiento-termico-edificios/descarga>

C-Therm Technologies Ltd. (24 de diciembre de 2022), *Measuring the Thermal Conductivity of Polymers*. <https://ctherm.com/applications/polymers/>

C-THERM (2020). *Thermal Conductivity* [Archivo PDF].

[https://ctherm.com/files/C-Therm\\_Spanish\\_Brochure.pdf](https://ctherm.com/files/C-Therm_Spanish_Brochure.pdf)

Echevarría E. R. (2017). *Ladrillos de Concreto con Plástico PET Reciclado*. Universidad Nacional de Cajamarca.

Econoticias.com. (28 de marzo de 2023), *Maldito plástico en los océanos*.

[https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/194761\\_cifras-graficos-estadisticas-maldito-plastico-oceanos](https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/194761_cifras-graficos-estadisticas-maldito-plastico-oceanos).

- Febres, G.; y Vargas M. (2021). *Estudio De Prefactibilidad Para La Elaboración De Ladrillos Ecológicos A Base De Material Reciclado PET*. Universidad de Lima, Lima, Perú.  
[https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14042/Febres-Vargas\\_Estudio-prefactibilidad-elaboraci%c3%b3n-.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14042/Febres-Vargas_Estudio-prefactibilidad-elaboraci%c3%b3n-.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gaggino, R. (2019). *Diseño Experimental de Elementos Constructivos utilizando Materiales Reciclados, para Viviendas de Interés Social*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.  
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pensu/article/view/26301/28108>
- Gareca, M. (2020). *Nuevo material sustentable: Ladrillos ecológico a base de residuos inorgánicos*. Revista Ciencia, Tecnología e Innovación, Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2225-87872020000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2225-87872020000100003&script=sci_arttext)
- Huamaní, M. y Solís, S. (2020). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani*. Universidad Continental, Arequipa, Perú.  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8087>
- Infante, J. y Valderrama C. (2019). *Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET)*, 30(5), 25-36. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500025&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500025&script=sci_arttext)
- Infinitia. (20 de diciembre de 2021), *Propiedades Mecánicas*.  
<https://www.infinitiaresearch.com/laboratorio-ingenieria-industrial/propiedades-mecanicas/>
- Marín, J. (2020). *Resistencia a Compresión Axial del ladrillo de concreto con sustitución del agregado fino por papel y PET*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24792?show=full>

Mayorga, D. et.al. (2020). *Determinación de la conductividad térmica y resistencia mecánica de placas conformadas de cemento y polietileno teraftalato (PET), como una alternativa de cuidado al medio ambiente*. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

file:///C:/Users/KARINA/Downloads/Dialnet-

DeterminacionDeLaConductividadTermicaYResistenciaM-7398404.pdf

Norma E.020 (2006) “*Cargas*”. Ministerio de Vivienda. Perú

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

Norma E.070 (2006) “*Albañilería*”. Ministerio de Vivienda. Perú

<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

Norma EM.110 (2014) “*Ministerio de Vivienda Confort térmico y lumínico con eficiencia energética*”. Ministerio de vivienda. Perú. (<https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/01/EM.110.pdf>)

NTP 399.604 (2002) Unidades de Albañilería. Método de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-de-los-andes/base-de-datos-2/ntp-3996042002-unidades-de-albanileria-metodo-de-muestreo-y-ensayo-de-unidades-de-albanileria-de-concreto/19760146>

NTP 399.613 (2005) Unidades de Albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-de-piura/materiales-de-construccion/ntp-399613-2005-disfruta/13633398>

NTP 339.601 (2015) Unidades de Albañilería. Ladrillos de concreto. Requisitos. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-de-los-andes/base-de-datos-2/ntp-3996012006-unidades-de-albanileria-ladrillos-de-concreto-requisitos/19760136>

Paddison L., Shveda K. y Razo J. (2023). Olas de frío extremo: por qué las temperaturas siguen cayendo a niveles peligrosos a pesar del calentamiento del planeta. *Revista CNN* <https://cnnespanol.cnn.com/2023/02/03/olas-frio-extremo-temperaturas-siguen-cayendo-trax/>

Peña, O. y Román, R. (2018). *Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.  
<http://hdl.handle.net/10757/625185>

Piñeros, M. & Herrera, R.; (2018). Proyecto de Factibilidad Económica para la Fabricación de Bloques con Agregados de Plástico Reciclado (PET), Aplicados en la Construcción de Vivienda. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b7d5ff9a-9471-49b4-9733-b5467c1485ae/content>

Planeta en Verde (02 de agosto de 2022). *Desarrollan prototipo de casa ecológica en Lima, Perú*. <https://planetaenverde.com/ciudad-verde/desarrollan-prototipo-de-casa-ecologica-en-lima-peru-nid-328>

Serveistació. (7 de julio de 2021), ¿Qué es el PET? características, usos y aplicaciones. <https://serveiestacio.com/blog/que-es-el-pet/#:~:text=El%20Polyethylene%20Terephthalate%2C%20ampliamente%20conocido,de%20%C3%A1cido%20tereft%C3%A1lico%20y%20monoetilenglicol.>

## APÉNDICES

### APÉNDICE A: Proporciones de mezcla tomadas por conveniencia.

Tabla 25: Proporciones de mezcla tomadas por conveniencia.

<b>PROPORCIONES DE MEZCLA Y RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES PORCENTAJE DE LOS MATERIALES</b>													
N° Ladillos	Edad del espécimen	Fecha de rotura	Dimensiones de moldes en cm	50% CEME NTO + 50% PET	47% CEME NTO + 53% PET	45% CEMEN TO + 55% PET	43% CEME NTO + 57% PET	40% CEME NTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relación a/c	Descripción de materiales	Observaciones
1			24x13x9	46,00									
2	07 días	14/02/2021	24x13x9	58,00									
3			24x13x9	59,00									
4			24x13x9		41,00								
5	07 días	14/02/2021	24x13x9		40,00								
6			24x13x9		39,00								
7			24x13x9				27,00						
8	07 días	14/02/2021	24x13x9				29,00						
9			24x13x9				30,00			0,50		Sin aditivos	Molde metálico
10			24x13x9	64,00									
11	14 días	21/02/2021	24x13x9	62,00									
12			24x13x9	65,00									
13			24x13x9		44,00								
14	14 días	21/02/2021	24x13x9		41,00								
15			24x13x9		44,00								

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Lad rillo s	Edad del espé cime n	Fecha de rotura	Dimensio nes de moldes en cm	50% CEME NTO + 50% PET	47% CEME NTO + 53% PET	45% CEMEN TO + 55% PET	43% CEME NTO + 57% PET	40% CEME NTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relaci ón a/c	Descripció n de materiales	Observac iones
16			24x13x9			42,00							
17	14 días	21/02/ 2021	24x13x9			37,00							
18			24x13x9			42,00							
19			24x13x9	71,00									
20	28 días	07/03/ 2021	24x13x9	70,00									
21			24x13x9	69,00									
22			24x13x9		50,00								
23	28 días	07/03/ 2021	24x13x9		48,00								
24			24x13x9		52,00								
25			24x13x9			46,00							
26	28 días	07/03/ 2021	24x13x9			44,00							
27			24x13x9			46,00							
28			22x13x9	43,11									
29	07 días	22/05/ 2021	22x13x9	43,21							0,45		
30			22x13x9	42,29									
31			22x13x9		48,48								
32	07 días	23/05/ 2021	22x13x9		49,96						0,50	Sin aditivos	Molde madera
33			22x13x9		37,18								
34			22x13x9			39,21							
35	07 días	23/05/ 2021	22x13x9			38,61					0,60		
36			22x13x9			33,20							

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Lad rillo s	Edad del espé cime n	Fecha de rotura	Dimensio nes de moldes en cm	50% CEME NTO + 50% PET	47% CEME NTO + 53% PET	45% CEMEN TO + 55% PET	43% CEME NTO + 57% PET	40% CEME NTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22%agua + 1%aditivo	F'c	Relaci ón a/c	Descripció n de materiales	Observac iones
37			22x13x9	38,72									
38	14 días	30/05/ 2021	22x13x9	42,06							0,45		
39			22x13x9	40,56									
40			22x13x9		52,93								
41	14 días	31/05/ 2021	22x13x9		33,90						0,50		
42			22x13x9		47,56								
43			22x13x9			52,51							
44	14 días	31/05/ 2021	22x13x9			40,37					0,60		
45			22x13x9			37,95							
46			22x13x9	53,76									
47	28 días	12/06/ 2021	22x13x9	56,54							0,45		
48			22x13x9	50,24									
49			22x13x9		29,24								
50	28 días	14/06/ 2021	22x13x9		39,25						0,50		
51			22x13x9		53,87								
52			22x13x9			40,74							
53	28 días	14/06/ 2021	22x13x9			48,00					0,60		
54			22x13x9			39,21							
55	30 días	25/09/ 2021	24x13x9			47,42					0,5	1%Sikame nt	Molde metálico
56	31 días	25/09/ 2021	24x13x9			42,31						1%Sikame nt	Molde metálico

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Lad rillo s	Edad del espé cime n	Fecha de rotura	Dimensio nes de moldes en cm	50% CEME NTO + 50% PET	47% CEME NTO + 53% PET	45% CEMEN TO + 55% PET	43% CEME NTO + 57% PET	40% CEME NTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22%agua + 1%aditivo	F'c	Relaci ón a/c	Descripció n de materiales	Observac iones
57	30 días	25/09/ 2021	22x13x9									1%Sikame nt	Molde madera
58			24x13x9						20,91			1%celulosa periódico	Molde metálico
59			24x13x9						14,98			1%celulosa periódico + cola sintética	Molde metálico
60			24x13x9						18,85			1%celulosa conten. huevo	Molde metálico
61	28 días	04/11/ 2021	24x13x9						19,99		0.8	1%celulosa conten. huevo + cola sintética	Molde metálico
62			22x13x9						16,83			1%celulosa periódico + cola sintética	Molde madera
63			24x13x9						15,18			1%celulosa contenedor huevos + cola sintética / 27%cemen to + yeso.	Molde metálico

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Lad rillo s	Edad del espé cime n	Fecha de rotura	Dimensio nes de moldes en cm	50% CEME NTO + 50% PET	47% CEME NTO + 53% PET	45% CEMEN TO + 55% PET	43% CEME NTO + 57% PET	40% CEME NTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22%agua + 1%aditivo	F'c	Relaci ón a/c	Descripció n de materiales	Observac iones
64			22x13x9			40,20						1%Sikame nt 306	
65			22x13x9			40,91						1%celulosa periódico + cola sintética	
66			22x13x9					27,04				1%Sikame nt 306	
67	29 días	13/12/ 2021	22x13x9					28,86			0,5	1%celulosa periódico + cola sintética	Molde madera (a)
68			22x13x9				26,01					1%Sikame nt 306	
69			22x13x9				33,33					1%celulosa periódico + cola sintética	
70	28 días	22/12/ 2021	23x13x9			35,16					0,3	1%Sikame nt	Molde con botadora y cuña de 1,5cm, ladrillo realizado en máquina vibradora, con

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Ladrillos	Edad del espécimen	Fecha de rotura	Dimensiones de moldes en cm	50% CEMENTO + 50% PET	47% CEMENTO + 53% PET	45% CEMENTO + 55% PET	43% CEMENTO + 57% PET	40% CEMENTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relación a/c	Descripción de materiales	Observaciones
													batidora para el mortero.
71			23x13x9					24,81				1% Sikament	Molde con botadora y cuña de 1,5cm, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.
72	28 días	17/02/2022	23x13x9			34,83					0,3	1% Sikament	Molde con botadora y 10 hendiduras de 5 líneas, ladrillo realizado en máquina

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Lad rillo s	Edad del espé cime n	Fecha de rotura	Dimensio nes de moldes en cm	50% CEME NTO + 50% PET	47% CEME NTO + 53% PET	45% CEMEN TO + 55% PET	43% CEME NTO + 57% PET	40% CEME NTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relaci ón a/c	Descripció n de materiales	Observac iones
													vibradora, con batidora para el mortero.
73			23x13x9				34,72					1% Sikament	Molde con botadora y 10 hendidura s de 5 líneas, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.
74			23x13x9					25,33				1% Sikament	Molde con botadora y 10 hendidura s de 5 líneas, ladrillo

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Ladrillos	Edad del espécimen	Fecha de rotura	Dimensiones de moldes en cm	50% CEM NTO + 50% PET	47% CEM NTO + 53% PET	45% CEM NTO + 55% PET	43% CEM NTO + 57% PET	40% CEM NTO + 60% PET	27% CEM NTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relación a/c	Descripción de materiales	Observaciones
													realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.
75	28 días	07/05/2022	24x13x9							20,60	1,13	50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 22% Cemento + 25% Agua + 3% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento).	Molde metálico
76			24x13x9							32,82	1,0	50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 24% Cemento + 24% Agua	

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Ladrillos	Edad del espécimen	Fecha de rotura	Dimensiones de moldes en cm	50% CEMENTO + 50% PET	47% CEMENTO + 53% PET	45% CEMENTO + 55% PET	43% CEMENTO + 57% PET	40% CEMENTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relación a/c	Descripción de materiales	Observaciones
												+ 2% Celulosa (periódico) y fibra sintética 3,8gr.	
77			24x13x9							17,98	1,0	50% Polietileno - Tereftalato (PET) + 23,5% Cemento + 23,5% Agua + 3% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento).	
78	28 días	18/06/ 2022	24x13x9							33,45	0,66	50% Polietileno - Tereftalato (PET) + 30% Cemento + 19,85% Agua + 0,15%	Molde madera (b)

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Ladrillos	Edad del espécimen	Fecha de rotura	Dimensiones de moldes en cm	50% CEMENTO + 50% PET	47% CEMENTO + 53% PET	45% CEMENTO + 55% PET	43% CEMENTO + 57% PET	40% CEMENTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relación a/c	Descripción de materiales	Observaciones
												fibras sintéticas.	
79			24x13x9							30,49	0,65	50% Polietileno - Tereftalato (PET) + 30% Cemento + 19,70% Agua + 0,30% fibras sintéticas.	
80			24x13x9							49,83	0,42	50% Polietileno - Tereftalato (PET) + 35% Cemento + 14,70% Agua + 0,30% fibras sintéticas.	

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Lad rillo s	Edad del espé cime n	Fecha de rotura	Dimensio nes de moldes en cm	50% CEME NTO + 50% PET	47% CEME NTO + 53% PET	45% CEMEN TO + 55% PET	43% CEME NTO + 57% PET	40% CEME NTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22%agua + 1%aditivo	F'c	Relaci ón a/c	Descripció n de materiales	Observac iones
81			24x13x9							43,86	0,68	45% Polietilen - Tereftalato (PET) + 31,50% Cemento + 21,50% Agua + 2% fibras sintéticas.	
82			24x13x9							51,88	0,34	50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,70% Agua + 0,30% fibras sintéticas.	
83			24x13x9							42,70	0,36	48% Polietilen - Tereftalato (PET) + 38% Cemento + 13,70% Agua +	

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Ladrillos	Edad del espécimen	Fecha de rotura	Dimensiones de moldes en cm	50% CEMENTO + 50% PET	47% CEMENTO + 53% PET	45% CEMENTO + 55% PET	43% CEMENTO + 57% PET	40% CEMENTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relación a/c	Descripción de materiales	Observaciones
												0,30% fibras sintéticas.	
84			24x13x9							35,40			
85			24x13x9							37,13			
86			24x13x9							37,55			
87	28 días	10/10/ 2022	24x13x9							35,03	0,34	50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,7% Agua + 0,3% fibras sintéticas.	Molde madera (b)
88			24x13x9							25,93			
89			24x13x9							38,31			
90			24x13x9							43,55			
91			24x13x9							33,62			
92			24x13x9							31,55			
93	28 días	12/10/ 2022	24x13x9							33,20	0,34	50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,7% Agua + 0,3% fibras sintéticas.	Molde madera (b)
94			24x13x9							26,10			
95			24x13x9							33,19			
96			24x13x9							36,49			

**PROPORCIONES DE MEZCLA Y  
RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES  
PORCENTAJE DE LOS MATERIALES**

N° Ladrillos	Edad del espécimen	Fecha de rotura	Dimensiones de moldes en cm	50% CEMENTO + 50% PET	47% CEMENTO + 53% PET	45% CEMENTO + 55% PET	43% CEMENTO + 57% PET	40% CEMENTO + 60% PET	27% CEMENTO + 50% PET + 22% agua + 1% aditivo	F'c	Relación a/c	Descripción de materiales	Observaciones
97			24x13x9							33,43			
98			24x13x9							30,80			
99			24x13x9							32,10			
100			24x13x9							32,20			
101			24x13x9							32,20			
102	28 días	22/12/ 2022	24x13x9							33,20	0.34	50% Polietileno - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12,7% Agua + 0,3% fibras sintéticas.	Molde madera (b)
103		24x13x9							31,50				
104		24x13x9							35,40				
105		24x13x9							33,90				
106		24x13x9							34,50				
107			24x13x9							27,20			

## APÉNDICE B: Ensayos clasificatorios.

Tabla 26: Variación dimensional de los ladrillos.

Especimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
1	242,07	242,75	241,74	242,55	242,28	132,84	131,65	132,75	132	132,31	92,55	94,85	93,15	94	93,64
2	244,34	241,25	242,25	241,45	242,32	132,64	132,44	134,75	130,65	132,62	93,75	92,2	95,2	96,75	94,48
3	239,85	239,54	240,5	240,85	240,19	132	131,54	132,6	132,7	132,21	94	94,15	92	95,1	93,81
4	241,45	241,75	246,45	246,55	244,05	132,75	132,4	133,8	133,15	133,03	94,15	96,2	95,2	95	95,14
5	241,7	242	242,4	242,5	242,15	132	132,1	133,05	132,1	132,31	93	94,4	93,3	95,6	94,08
6	243,3	244,45	245,1	242,7	243,89	133,6	134,7	133,7	133,6	133,9	94,1	96,3	93,75	93,4	94,39
7	244,5	244	244,1	247,2	244,95	134,3	135,7	133,6	134,1	134,43	95,3	96,8	99,4	97	97,13
8	241	245	242,6	243,9	243,13	132,3	134	133,7	135,3	133,83	93,7	91,35	97	93	93,76
9	240,05	243,4	243,25	242,7	242,35	133	132	133,4	133,5	132,98	92,75	93,7	92,4	95,2	93,51
10	243,7	242,4	242,6	242,75	242,86	132,7	132,7	134	132,5	132,98	92	90,1	93,7	92,4	92,05
	Largo fabricación L:				240	Ancho fabricación A:				130	Altura fabricación H:				90
	Desv. Estándar $\sigma$ :				1,31	Desv. Estándar $\sigma$ :				0,76	Desv. Estándar $\sigma$ :				1,3
	Largo Promedio Lp:				242,82	Ancho Promedio Ap:				133,06	Altura Promedio Hp:				94,2
	Variación Dimensional %:				<b>1,17</b>	Variación Dimensional %:				<b>2,35</b>	Variación Dimensional %:				<b>4,66</b>
	Coeficiente de variación%:				0,54	Coeficiente de variación%:				0,57	Coeficiente de variación%:				1,38

**Tabla 27:** Alabeo en ladrillos.

Especímen	Cara superior		Cara inferior	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	1,00	0,00	0,50	0,00
2	0,50	0,00	0,40	0,00
3	0,25	0,00	0,50	0,00
4	0,75	0,00	0,00	0,00
5	1,00	0,00	1,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00
7	2,50	0,00	2,50	0,00
8	1,00	0,00	1,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,50	0,00
Promedio	Cóncavo	0,67		
	Convexo	0,00		

**Tabla 28:** Resistencia a la compresión en ladrillos.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE 50%PET+37%CEMENTO+12.7%AGUA+0.3%FIBRAS SINTÉTICAS							
Especímen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia	
	Largo	Ancho	Altura			(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa
1	24,37	13,46	8,89	328,02	10086,9	30,8	3,02
2	24,38	13,43	8,78	327,42	10523,3	32,1	3,15
3	24,26	13,23	8,95	320,96	10335,7	32,2	3,16
4	24,44	13,41	8,98	327,74	10553,9	32,2	3,16
5	24,27	13,24	8,81	321,33	10666,1	33,2	3,26
6	24,29	13,28	8,88	322,57	10168,4	31,5	3,09
7	24,38	13,44	8,86	327,67	11613,4	35,4	3,47
8	24,26	13,38	8,77	324,60	10989,3	33,9	3,32
9	24,25	13,40	8,77	324,95	11210,6	34,5	3,38
10	24,21	13,34	8,91	322,96	8768,4	27,2	2,67
Resistencia a la compresión promedio (fb) :						32,3	3,17
Desv. Estándar ( $\sigma$ ) :						2,28	0,22
Resistencia característica a compresión (f' b) :						30,02	2,94
Coeficiente de variación (c.v.) % :						7,06	7,06
Resistencia a la Compresión con el Coeficiente de Relación unidades enteras y medias (CR):						<b>32,63</b>	<b>3,20</b>

## APÉNDICE C: Ensayos no clasificatorios.

**Tabla 29:** Contenido de humedad de ladrillos.

Espécimen	Peso Inicial (g)	Peso Seco (g)	Contenido de humedad (%)
1	2469,13	2399,82	2,89
2	2741,15	2659,43	3,07
3	2587,07	2516,00	2,82
4	2545,99	2467,77	3,17
5	2599,30	2535,44	2,52
6	2386,94	2312,95	3,20
7	2791,33	2707,40	3,10
8	2808,08	2729,65	2,87
9	2382,19	2318,69	2,74
10	2718,10	2655,89	2,34
Contenido de humedad promedio (W%p,):			2,87
Desviación estándar ( $\sigma$ ):			0,28
<b>Contenido de Humedad (%)</b>			<b>2,59</b>
Coeficiente de variación (c,v,):			9,80

**Tabla 30:** Succión de ladrillos.

Espécimen	Peso Seco (g)	Peso Succión (g)	Dimensiones (mm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> -min)
			Largo	Ancho		
1	2399,82	2659,43	241,30	133,30	321,78	161,36
2	2659,43	2834,05	243,00	136,00	330,48	105,68
3	2516,00	2655,15	243,70	133,00	324,08	85,87
4	2467,77	2618,22	243,70	133,30	324,89	92,62
5	2535,44	2695,68	243,00	134,30	326,43	98,18
6	2312,95	2459,42	242,30	132,00	319,88	91,58
7	2707,40	2904,37	247,30	137,70	340,50	115,69
8	2729,65	2882,56	245,00	136,00	333,20	91,78
9	2318,69	2524,90	241,30	133,30	321,78	128,17
10	2655,89	2824,35	243,00	132,00	320,76	105,04
Succión promedio (Suc p.):						107,60
Desviación estándar ( $\sigma$ ):						22,81
<b>Succión(Suc):</b>						<b>84.79</b>
Coeficiente de variación (c.v.):						21,20

**Tabla 31:** Absorción de ladrillos.

Espécimen	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Absorción (%)
1	2399,82	2903,94	21,01
2	2659,43	3207,23	20,60
3	2516,00	3040,61	20,85
4	2467,77	2969,65	20,34
5	2535,44	3074,20	21,25
6	2312,95	2770,44	19,78
7	2707,4	3226,48	19,17
8	2729,65	3302,07	20,97
9	2318,69	2780,66	19,92
10	2655,89	3174,36	19,52
Absorción promedio (Abs p.):			20,34
Desviación estándar ( $\sigma$ ):			0,71
<b>Absorción (Abs %):</b>			<b>19,63</b>
Coeficiente de variación (c.v.):			3,48

**Tabla 32:** Peso unitario volumétrico de ladrillos.

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso seco (g)	Peso Uni. Vol. (g/cm <sup>3</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
1	24,13	13,33	9,40	3023,54	2399,82	0,79
2	24,30	13,60	9,60	3172,61	2659,43	0,84
3	24,37	13,30	9,53	3088,87	2516,00	0,81
4	24,37	13,33	9,43	3063,36	2467,77	0,81
5	24,30	13,43	9,57	3123,16	2535,44	0,81
6	24,23	13,20	9,20	2942,49	2312,95	0,79
7	24,73	13,77	9,30	3166,95	2707,40	0,85
8	24,50	13,60	9,83	3275,36	2729,65	0,83
9	24,13	13,33	9,10	2927,04	2318,69	0,79
10	24,30	13,20	9,53	3056,84	2655,89	0,87
Peso unitario volumétrico promedio (W <sub>prom</sub> ) :						0,82
Desv. Estándar ( $\sigma$ ) :						0,03
<b>Peso unitario volumétrico (g/cm<sup>3</sup>) :</b>						<b>0,79</b>
Coeficiente de variación (c.v.) % :						3,41

**Tabla 33:** Medición de temperatura interior y exterior de tres módulos, de ladrillos de arcilla artesanal, ladrillos de PET más cemento y ladrillos de concreto artesanal.

<b>LADRILLOS ARCILLA - LUNES 28-11-22</b>							
N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	14,2	15,7	18,0	17,2	Humedad exterior = 49% Humedad interior = 51
		A2	15,2	15,0			
		A3	15,0	14,7			
2	10:00 a.m.	A1	26,1	29,1	27,4	24,0	Humedad exterior = 45% Humedad interior = 46%
		A2	27,0	30,0			
		A3	25,6	27,5			
3	12:00 p.m.	A1	26,1	28,1	22,0	23,0	Humedad exterior = 34% Humedad interior = 49%
		A2	26,0	27,5			
		A3	26,3	27,3			
4	1:00 p.m.	A1	25,0	26,0	21,9	22,8	Humedad exterior = 36% Humedad interior = 41%
		A2	24,3	25,6			
		A3	24,8	25,3			
5	2:00 p.m.	A1	24,1	24,6	21,0	22,0	Humedad exterior = 36% Humedad interior = 43%
		A2	24,3	24,6			
		A3	23,9	24,1			
6	4:00 p.m.	A1	22,9	21,5	19,9	19,5	Humedad exterior = 43% Humedad interior = 49%
		A2	22,9	21,7			
		A3	22,5	21,3			
7	6:00 p.m.	A1	20,1	18,6	18,8	17,0	Humedad exterior = 51% Humedad interior = 50%
		A2	20,3	18,9			
		A3	20,3	18,9			
8	8:00 p.m.	A1	19,4	17,7	18,3	17,0	Humedad exterior = 36% Humedad interior = 52%
		A2	19,6	18,4			
		A3	19,6	18,1			
9	4:00 a.m.	A1	16,6	14,7	17,4	15,4	Humedad exterior = 47% Humedad interior = 53%
		A2	16,9	15,4			
		A3	16,6	15,7			
10	6:00 a.m.	A1	15,5	15,4	16,7	16,3	Humedad exterior = 48% Humedad interior = 54%
		A2	15,9	15,7			
		A3	15,9	15,0			

**LADRILLOS ARCILLA - MARTES 29-11-22**

N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	16,2	16,2	17,6	15,6	Humedad exterior = 42%
		A2	16,7	17,7			Humedad interior = 50%
		A3	16,6	16,7			
2	10:00 a.m.	A1	22,9	27,0	22,3	23,4	Humedad exterior = 38%
		A2	23,1	28,5			Humedad interior = 45%
		A3	23,4	24,4			
3	12:00 p.m.	A1	26,5	28,0	21,3	22,6	Humedad exterior = 42%
		A2	26,8	27,0			Humedad interior = 54%
		A3	26,3	28,0			
4	1:00 p.m.	A1	22,4	23,9	21,3	22,1	Humedad exterior = 38%
		A2	22,5	23,2			Humedad interior = 50%
		A3	22,4	23,6			
5	2:00 p.m.	A1	24,3	24,6	21,3	21,2	Humedad exterior = 39%
		A2	24,3	24,8			Humedad interior = 52%
		A3	24,4	24,6			
6	4:00 p.m.	A1	23,4	22,2	19,4	18,1	Humedad exterior = 46%
		A2	23,2	22,5			Humedad interior = 53%
		A3	23,2	22,2			
7	6:00 p.m.	A1	21,8	20,3	18,8	17,0	Humedad exterior = 43%
		A2	21,7	20,3			Humedad interior = 54%
		A3	21,5	20,1			
8	8:00 p.m.	A1	19,1	17,1	19,0	18,1	Humedad exterior = 46%
		A2	19,1	17,6			Humedad interior = 50%
		A3	18,9	17,2			
9	4:00 a.m.	A1	15,7	14,2	16,8	13,0	Humedad exterior = 44%
		A2	16,4	14,9			Humedad interior = 54%
		A3	15,7	14,5			
10	6:00 a.m.	A1	16,7	17,2	15,5	12,1	Humedad exterior = 45%
		A2	17,4	18,9			Humedad interior = 53%
		A3	17,2	18,8			

**LADRILLOS ARCILLA - MIÉRCOLES 30 - 11-22**

N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	17,1	16,4	20,2	16,8	Humedad exterior =39%
		A2	17,4	17,2			Humedad interior =46%
		A3	16,9	16,9			
2	10:00 a.m.	A1	22,8	26,0	22,4	22,1	Humedad exterior =34%
		A2	23,1	27,0			Humedad interior =39%
		A3	22,4	24,1			
3	12:00 p.m.	A1	26,0	27,0	23,1	22,8	Humedad exterior =31%
		A2	26,3	25,6			Humedad interior =49%
		A3	26,1	26,8			
4	1:00 p.m.	A1	24,6	24,4	21,8	21,9	Humedad exterior =34%
		A2	24,8	24,6			Humedad interior =49%
		A3	24,3	23,9			
5	2:00 p.m.	A1	23,6	24,1	21,5	21,9	Humedad exterior =36%
		A2	24,1	24,3			Humedad interior =50%
		A3	24,4	24,3			
6	4:00 p.m.	A1	24,1	23,1	20,2	19,7	Humedad exterior =41%
		A2	24,1	23,6			Humedad interior =48%
		A3	23,9	23,4			
7	6:00 p.m.	A1	21,8	19,6	18,5	17,5	Humedad exterior =48%
		A2	21,8	20,0			Humedad interior =53%
		A3	21,7	20,1			
8	8:00 p.m.	A1	21,3	19,4	16,8	16,9	Humedad exterior =48%
		A2	21,5	20,0			Humedad interior =56%
		A3	21,5	19,8			
9	4:00 a.m.	A1	16,4	14,5	15,9	13,8	Humedad exterior =44%
		A2	16,7	16,2			Humedad interior =52%
		A3	16,4	15,2			
10	6:00 a.m.	A1	16,6	14,4	13,4	12,1	Humedad exterior =49%
		A2	16,9	15,2			Humedad interior =54%
		A3	16,4	14,9			

**LADRILLOS ARCILLA - JUEVES 01-12-22**

N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	15,7	15,4	16,5	15,2	Humedad exterior =46%
		A2	16,4	16,2			Humedad interior =51%
		A3	15,9	15,5			
2	10:00 a.m.	A1	19,8	24,1	20,7	20,3	Humedad exterior =36%
		A2	20,0	24,1			Humedad interior =47%
		A3	20,0	20,1			
3	12:00 p.m.	A1	24,6	26,0	21,8	20,5	Humedad exterior =33%
		A2	25,1	24,6			Humedad interior =52%
		A3	25,0	25,0			
4	1:00 p.m.	A1	23,4	24,1	20,8	20,7	Humedad exterior =35%
		A2	23,6	23,6			Humedad interior =43%
		A3	23,6	24,1			
5	2:00 p.m.	A1	23,1	23,1	20,3	20,5	Humedad exterior =36%
		A2	22,9	22,9			Humedad interior =40%
		A3	23,2	23,1			
6	4:00 p.m.	A1	22,5	22,0	19,9	19,9	Humedad exterior =37%
		A2	22,4	21,8			Humedad interior =46%
		A3	22,5	22,2			
7	6:00 p.m.	A1	21,0	19,6	17,7	16,5	Humedad exterior =46%
		A2	21,0	20,0			Humedad interior =53%
		A3	20,8	19,6			
8	8:00 p.m.	A1	20,0	18,4	17,1	15,2	Humedad exterior =46%
		A2	20,1	19,1			Humedad interior =55%
		A3	20,0	18,9			
9	4:00 a.m.	A1	14,9	12,5	16,5	12,0	Humedad exterior =41%
		A2	15,0	14,5			Humedad interior =50%
		A3	15,0	13,8			
10	6:00 a.m.	A1	14,9	12,8	13,7	12,7	Humedad exterior =49%
		A2	15,5	14,5			Humedad interior =55%
		A3	15,0	13,3			

**LADRILLOS ARCILLA - VIERNES 02-11-22**

N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	15,0	14,4	14,4	13,6	Humedad exterior =48%
		A2	15,7	14,9			Humedad interior =54%
		A3	15,7	14,7			
2	10:00 a.m.	A1	17,7	22,5	20,4	19,7	Humedad exterior =33%
		A2	18,9	22,4			Humedad interior =39%
		A3	18,6	21,0			
3	12:00 p.m.	A1	30,7	32,1	22,1	21,4	Humedad exterior =30%
		A2	30,4	30,0			Humedad interior =54%
		A3	30,4	32,6			
4	1:00 p.m.	A1	22,0	22,4	21,2	20,9	Humedad exterior =32%
		A2	23,1	23,1			Humedad interior =54%
		A3	23,1	23,1			
5	2:00 p.m.	A1	23,4	23,7	20,8	21,1	Humedad exterior =33%
		A2	23,2	23,6			Humedad interior =41%
		A3	23,6	23,2			
6	4:00 p.m.	A1	22,9	22,5	20,0	19,9	Humedad exterior =34%
		A2	22,5	22,2			Humedad interior =39%
		A3	22,4	22,0			
7	6:00 p.m.	A1	21,8	20,3	18,8	17,6	Humedad exterior =43%
		A2	21,7	20,8			Humedad interior =53%
		A3	21,7	20,6			
8	8:00 p.m.	A1	19,4	17,7	17,2	16,4	Humedad exterior =50%
		A2	19,4	18,6			Humedad interior =57%
		A3	19,4	17,6			
9	4:00 a.m.	A1	14,7	12,3	16,1	12,1	Humedad exterior =40%
		A2	14,9	14,4			Humedad interior =50%
		A3	15,1	14,0			
10	6:00 a.m.	A1	14,5	13,2	15,4	12,6	Humedad exterior =36%
		A2	15,2	14,4			Humedad interior =44%
		A3	14,7	13,5			

**LADRILLOS PET - LUNES 28-11-22**

<b>N° de mediciones</b>	<b>Hora</b>	<b>Pared</b>	<b>T° Interior</b>	<b>T° Exterior</b>	<b>T° Ambiente Interior</b>	<b>T° Ambiente Exterior</b>	<b>Observaciones</b>
1	8:00 a.m.	A1	15,9	15,0	18,1	17,9	Humedad exterior = 49%
		A2	15,2	15,5			Humedad interior = 52%
		A3	16,2	15,2			
2	10:00 a.m.	A1	23,6	27,8	24,4	24,0	Humedad exterior = 45%
		A2	23,2	34,2			Humedad interior = 48%
		A3	24,1	26,3			
3	12:00 p.m.	A1	25,0	26,3	22,7	23,0	Humedad exterior = 34%
		A2	26,3	26,6			Humedad interior = 50%
		A3	25,8	25,0			
4	1:00 p.m.	A1	24,6	24,8	22,0	22,8	Humedad exterior = 36%
		A2	23,9	25,6			Humedad interior = 41%
		A3	23,9	24,4			
5	2:00 p.m.	A1	22,9	22,9	21,4	22,0	Humedad exterior = 36%
		A2	23,4	23,6			Humedad interior = 45%
		A3	22,5	22,5			
6	4:00 p.m.	A1	21,3	20,6	20,4	19,5	Humedad exterior = 43%
		A2	21,7	20,8			Humedad interior = 50%
		A3	21,5	20,6			
7	6:00 p.m.	A1	19,4	17,4	19,3	17,0	Humedad exterior = 41%
		A2	19,8	17,9			Humedad interior = 50%
		A3	19,6	17,9			
8	8:00 p.m.	A1	18,4	16,4	18,9	17,0	Humedad exterior = 36%
		A2	18,4	16,9			Humedad interior = 52%
		A3	18,1	16,4			
9	4:00 a.m.	A1	16,4	15,4	17,7	15,4	Humedad exterior = 47%
		A2	16,4	14,9			Humedad interior = 53%
		A3	15,7	14,0			
10	6:00 a.m.	A1	16,4	14,9	16,9	16,3	Humedad exterior = 48%
		A2	16,9	15,4			Humedad interior = 54%
		A3	16,7	14,9			

**LADRILLOS PET - MARTES 29-11-22**

<b>N° de mediciones</b>	<b>Hora</b>	<b>Pared</b>	<b>T° Interior</b>	<b>T° Exterior</b>	<b>T° Ambiente Interior</b>	<b>T° Ambiente Exterior</b>	<b>Observaciones</b>
1	8:00 a.m.	A1	17,4	17,1	17,6	15,6	Humedad exterior = 42%
		A2	17,6	19,8			Humedad interior = 51%
		A3	17,6	16,9			
2	10:00 a.m.	A1	22,0	25,0	21,6	23,4	Humedad exterior = 38%
		A2	22,0	31,1			Humedad interior = 46%
		A3	21,7	23,7			
3	12:00 p.m.	A1	28,8	28,8	21,7	22,6	Humedad exterior = 42%
		A2	29,8	28,8			Humedad interior = 53%
		A3	28,3	29,0			
4	1:00 p.m.	A1	22,4	23,1	21,5	22,1	Humedad exterior = 38%
		A2	23,2	23,6			Humedad interior = 52%
		A3	22,4	22,9			
5	2:00 p.m.	A1	23,6	23,4	21,4	21,2	Humedad exterior = 39%
		A2	24,1	23,9			Humedad interior = 51%
		A3	23,7	23,2			
6	4:00 p.m.	A1	22,2	20,8	20,1	18,1	Humedad exterior = 46%
		A2	22,2	21,3			Humedad interior = 53%
		A3	22,2	21,0			
7	6:00 p.m.	A1	21,2	19,4	18,2	17,0	Humedad exterior = 43%
		A2	21,2	19,4			Humedad interior = 49%
		A3	21,0	19,3			
8	8:00 p.m.	A1	19,4	17,7	19,2	18,1	Humedad exterior = 46%
		A2	19,4	17,9			Humedad interior = 52%
		A3	19,6	17,9			
9	4:00 a.m.	A1	15,4	14,0	17,6	13,0	Humedad exterior = 44%
		A2	15,5	14,2			Humedad interior = 53%
		A3	15,4	14,2			
10	6:00 a.m.	A1	20,3	18,6	15,8	12,1	Humedad exterior = 45%
		A2	20,3	18,9			Humedad interior = 54%
		A3	20,1	18,6			

**LADRILLOS PET - MIÉRCOLES 30 - 11-22**

<b>N° de mediciones</b>	<b>Hora</b>	<b>Pared</b>	<b>T° Interior</b>	<b>T° Exterior</b>	<b>T° Ambiente Interior</b>	<b>T° Ambiente Exterior</b>	<b>Observaciones</b>
1	8:00 a.m.	A1	17,2	16,7	19,5	16,8	Humedad exterior =39%
		A2	17,2	17,7			Humedad interior =47%
		A3	17,1	16,6			
2	10:00 a.m.	A1	23,2	25,6	21,8	22,1	Humedad exterior =34%
		A2	23,7	30,7			Humedad interior =40%
		A3	23,1	23,9			
3	12:00 p.m.	A1	26,6	27,9	23,0	22,8	Humedad exterior =31%
		A2	27,8	27,6			Humedad interior =48%
		A3	26,3	29,8			
4	1:00 p.m.	A1	23,7	23,6	21,6	21,9	Humedad exterior =34%
		A2	24,4	24,3			Humedad interior =49%
		A3	22,4	22,2			
5	2:00 p.m.	A1	23,4	23,2	21,5	21,9	Humedad exterior =36%
		A2	23,7	23,6			Humedad interior =50%
		A3	23,6	23,4			
6	4:00 p.m.	A1	23,4	22,0	20,4	19,7	Humedad exterior =41%
		A2	23,4	22,6			Humedad interior =50%
		A3	23,2	22,2			
7	6:00 p.m.	A1	21,8	20,0	18,8	17,5	Humedad exterior =48%
		A2	21,7	20,6			Humedad interior =54%
		A3	21,7	20,3			
8	8:00 p.m.	A1	21,3	19,3	17,6	16,9	Humedad exterior =48%
		A2	21,2	19,3			Humedad interior =56%
		A3	21,2	19,3			
9	4:00 a.m.	A1	16,6	14,9	16,2	13,8	Humedad exterior =44%
		A2	16,7	15,2			Humedad interior =52%
		A3	16,7	14,5			
10	6:00 a.m.	A1	15,4	13,8	14,2	12,1	Humedad exterior =49%
		A2	15,5	14,7			Humedad interior =55%
		A3	15,5	14,0			

**LADRILLOS PET - JUEVES 01-12-22**

<b>N° de mediciones</b>	<b>Hora</b>	<b>Pared</b>	<b>T° Interior</b>	<b>T° Exterior</b>	<b>T° Ambiente Interior</b>	<b>T° Ambiente Exterior</b>	<b>Observaciones</b>
1	8:00 a.m.	A1	16,9	15,7	16,7	15,2	Humedad exterior =46%
		A2	17,2	16,6			Humedad interior =50%
		A3	16,9	15,5			
2	10:00 a.m.	A1	18,6	22,2	20,5	20,3	Humedad exterior =36%
		A2	19,4	28,3			Humedad interior =45%
		A3	18,8	21,7			
3	12:00 p.m.	A1	24,1	25,3	22,1	20,5	Humedad exterior =33%
		A2	25,0	26,1			Humedad interior =50%
		A3	24,3	25,1			
4	1:00 p.m.	A1	22,5	22,9	21,0	20,7	Humedad exterior =35%
		A2	23,2	23,2			Humedad interior =47%
		A3	22,5	22,4			
5	2:00 p.m.	A1	22,9	22,5	20,5	20,5	Humedad exterior =36%
		A2	23,1	23,1			Humedad interior =53%
		A3	22,9	22,2			
6	4:00 p.m.	A1	22,5	21,7	20,1	19,9	Humedad exterior =37%
		A2	22,4	21,7			Humedad interior =46%
		A3	22,2	21,7			
7	6:00 p.m.	A1	20,6	19,3	18,2	16,5	Humedad exterior =46%
		A2	20,6	19,6			Humedad interior =53%
		A3	20,6	19,1			
8	8:00 p.m.	A1	20,1	18,4	17,7	15,2	Humedad exterior =46%
		A2	20,1	18,6			Humedad interior =56%
		A3	20,0	18,1			
9	4:00 a.m.	A1	15,5	14,0	16,7	12,0	Humedad exterior =41%
		A2	15,5	13,8			Humedad interior =49%
		A3	15,4	13,5			
10	6:00 a.m.	A1	15,5	13,2	14,4	12,7	Humedad exterior =49%
		A2	15,5	14,0			Humedad interior =54%
		A3	15,4	13,8			

**LADRILLOS PET - VIERNES 02-11-22**

<b>N° de mediciones</b>	<b>Hora</b>	<b>Pared</b>	<b>T° Interior</b>	<b>T° Exterior</b>	<b>T° Ambiente Interior</b>	<b>T° Ambiente Exterior</b>	<b>Observaciones</b>
1	8:00 a.m.	A1	16,4	14,9	15,0	13,6	Humedad exterior =48%
		A2	16,4	15,4			Humedad interior =53%
		A3	16,2	14,7			
2	10:00 a.m.	A1	19,6	22,9	20,0	19,7	Humedad exterior =33%
		A2	20,1	30,5			Humedad interior =39%
		A3	19,6	21,3			
3	12:00 p.m.	A1	26,3	28,3	21,5	21,4	Humedad exterior =30%
		A2	27,8	28,5			Humedad interior =43%
		A3	27,3	28,0			
4	1:00 p.m.	A1	21,7	22,2	21,2	20,9	Humedad exterior =32%
		A2	22,4	22,5			Humedad interior =50%
		A3	21,8	21,8			
5	2:00 p.m.	A1	22,5	22,4	20,9	21,1	Humedad exterior =33%
		A2	22,5	23,2			Humedad interior =42%
		A3	22,4	22,5			
6	4:00 p.m.	A1	21,8	21,7	20,1	19,9	Humedad exterior =34%
		A2	22,0	22,0			Humedad interior =39%
		A3	22,0	21,5			
7	6:00 p.m.	A1	21,2	20,0	19,4	17,6	Humedad exterior =43%
		A2	21,0	20,6			Humedad interior =53%
		A3	20,6	19,8			
8	8:00 p.m.	A1	19,4	17,9	17,5	16,4	Humedad exterior =50%
		A2	19,4	17,9			Humedad interior =56%
		A3	19,3	17,6			
9	4:00 a.m.	A1	15,3	14,2	16,2	12,1	Humedad exterior =40%
		A2	15,2	14,0			Humedad interior =49%
		A3	15,4	13,4			
10	6:00 a.m.	A1	15,4	13,3	15,8	12,6	Humedad exterior =36%
		A2	15,4	14,4			Humedad interior =46%
		A3	15,2	13,3			

LADRILLOS CONCRETO - LUNES 28-11-22

N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	15,7	14,9			Humedad exterior = 49%
		A2	15,9	15,2	17,9	17,2	Humedad interior = 52%
		A3	15,2	15,2			
2	10:00 a.m.	A1	21,2	21,3			Humedad exterior = 45%
		A2	22,7	24,3	22,8	24,0	Humedad interior = 48%
		A3	22,2	21,0			
3	12:00 p.m.	A1	25,0	25,0			Humedad exterior = 34%
		A2	25,8	25,5	23,5	23,0	Humedad interior = 47%
		A3	24,3	23,1			
4	1:00 p.m.	A1	23,4	23,9			Humedad exterior = 36%
		A2	23,7	24,3	22,0	22,8	Humedad interior = 41%
		A3	22,4	22,0			
5	2:00 p.m.	A1	22,4	22,9			Humedad exterior = 36%
		A2	22,5	23,9	21,3	22,0	Humedad interior = 46%
		A3	21,5	21,3			
6	4:00 p.m.	A1	21,2	21,2			Humedad exterior = 43%
		A2	21,2	21,3	20,5	19,5	Humedad interior = 49%
		A3	20,3	19,8			
7	6:00 p.m.	A1	19,6	19,1			Humedad exterior = 41%
		A2	19,6	19,6	19,7	17,0	Humedad interior = 50%
		A3	19,1	18,6			
8	8:00 p.m.	A1	17,4	16,9			Humedad exterior = 36%
		A2	17,4	17,2	19,0	17,0	Humedad interior = 51%
		A3	17,1	16,6			
9	4:00 a.m.	A1	13,5	13,5			Humedad exterior = 41%
		A2	13,8	13,8	17,5	15,4	Humedad interior = 54%
		A3	13,5	13,5			
10	6:00 a.m.	A1	16,2	15,4			Humedad exterior = 48%
		A2	16,4	15,5	16,9	16,3	Humedad interior = 54%
		A3	16,0	15,2			

LADRILLOS CONCRETO - MARTES 29-11-22

N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	16,2	15,9	17,6	15,6	Humedad exterior =42%
		A2	16,4	16,4			Humedad interior =51%
		A3	16,2	15,7			
2	10:00 a.m.	A1	19,6	21,0	21,3	23,4	Humedad exterior =38%
		A2	20,0	23,9			Humedad interior =45%
		A3	19,4	19,4			
3	12:00 p.m.	A1	24,3	23,7	21,9	22,6	Humedad exterior =42%
		A2	25,6	24,6			Humedad interior =53%
		A3	23,1	22,0			
4	1:00 p.m.	A1	22,4	22,5	21,6	22,1	Humedad exterior =38%
		A2	22,2	23,2			Humedad interior =51%
		A3	21,2	21,3			
5	2:00 p.m.	A1	23,4	23,4	21,5	21,2	Humedad exterior =39%
		A2	24,1	23,6			Humedad interior =49%
		A3	22,0	21,8			
6	4:00 p.m.	A1	21,8	21,2	20,0	18,1	Humedad exterior =46%
		A2	21,7	21,3			Humedad interior =51%
		A3	21,0	20,0			
7	6:00 p.m.	A1	20,3	19,6	18,2	17,0	Humedad exterior =43%
		A2	20,1	19,6			Humedad interior =47%
		A3	19,6	18,6			
8	8:00 p.m.	A1	20,1	19,4	18,8	18,1	Humedad exterior =46%
		A2	20,1	19,6			Humedad interior =50%
		A3	19,6	19,1			
9	4:00 a.m.	A1	14,9	14,4	17,0	13,0	Humedad exterior =44%
		A2	15,0	14,7			Humedad interior =51%
		A3	14,7	14,4			
10	6:00 a.m.	A1	19,6	18,6	15,7	12,1	Humedad exterior =45%
		A2	19,6	18,4			Humedad interior =53%
		A3	19,4	18,6			

**LADRILLOS CONCRETO - MIÉRCOLES 30 - 11-22**

<b>N° de mediciones</b>	<b>Hora</b>	<b>Pared</b>	<b>T° Interior</b>	<b>T° Exterior</b>	<b>T° Ambiente Interior</b>	<b>T° Ambiente Exterior</b>	<b>Observaciones</b>
1	8:00 a.m.	A1	16,6	16,4	19,0	16,8	Humedad exterior =39%
		A2	16,6	16,7			Humedad interior =46%
		A3	16,4	16,2			
2	10:00 a.m.	A1	20,8	21,8	21,3	22,1	Humedad exterior =34%
		A2	21,3	24,6			Humedad interior =45%
		A3	21,8	21,5			
3	12:00 p.m.	A1	26,0	26,0	23,3	22,8	Humedad exterior =31%
		A2	26,1	26,6			Humedad interior =47%
		A3	25,0	25,0			
4	1:00 p.m.	A1	24,4	25,0	21,8	21,9	Humedad exterior =34%
		A2	24,6	24,4			Humedad interior =44%
		A3	24,6	25,0			
5	2:00 p.m.	A1	23,2	23,4	21,4	21,9	Humedad exterior =36%
		A2	23,2	23,6			Humedad interior =49%
		A3	22,4	22,0			
6	4:00 p.m.	A1	22,2	22,2	20,5	19,7	Humedad exterior =41%
		A2	22,4	22,4			Humedad interior =50%
		A3	21,8	21,5			
7	6:00 p.m.	A1	21,8	20,8	18,9	17,5	Humedad exterior =48%
		A2	21,8	20,6			Humedad interior =54%
		A3	21,0	19,6			
8	8:00 p.m.	A1	19,6	19,1	18,2	16,9	Humedad exterior =48%
		A2	19,6	19,1			Humedad interior =55%
		A3	19,1	18,1			
9	4:00 a.m.	A1	15,4	14,7	16,0	13,8	Humedad exterior =44%
		A2	15,2	15,0			Humedad interior =55%
		A3	15,0	14,7			
10	6:00 a.m.	A1	14,4	13,5	15,5	12,1	Humedad exterior =49%
		A2	14,5	13,8			Humedad interior =55%
		A3	14,5	13,5			

LADRILLOS CONCRETO - JUEVES 01-12-22

N° de mediciones	Hora	Pared	T° Interior	T° Exterior	T° Ambiente Interior	T° Ambiente Exterior	Observaciones
1	8:00 a.m.	A1	15,7	15,4	16,8	15,2	Humedad exterior =46%
		A2	16,2	15,9			Humedad interior =51%
		A3	15,9	15,4			
2	10:00 a.m.	A1	18,4	18,6	20,2	20,3	Humedad exterior =36%
		A2	19,4	21,7			Humedad interior =46%
		A3	17,9	18,1			
3	12:00 p.m.	A1	22,5	23,2	21,7	20,5	Humedad exterior =33%
		A2	23,2	23,4			Humedad interior =51%
		A3	21,5	20,8			
4	1:00 p.m.	A1	21,7	22,0	20,6	20,7	Humedad exterior =35%
		A2	22,0	22,9			Humedad interior =49%
		A3	21,0	21,0			
5	2:00 p.m.	A1	21,8	22,0	20,3	20,5	Humedad exterior =36%
		A2	22,0	22,2			Humedad interior =47%
		A3	21,0	20,8			
6	4:00 p.m.	A1	22,2	21,7	20,1	19,9	Humedad exterior =37%
		A2	22,0	22,0			Humedad interior =46%
		A3	21,2	20,8			
7	6:00 p.m.	A1	20,1	19,6	19,0	16,5	Humedad exterior =46%
		A2	20,0	19,6			Humedad interior =53%
		A3	19,4	18,6			
8	8:00 p.m.	A1	18,9	18,6	18,1	15,2	Humedad exterior =46%
		A2	19,1	18,6			Humedad interior =54%
		A3	18,4	18,1			
9	4:00 a.m.	A1	14,5	13,3	16,8	12,0	Humedad exterior =41%
		A2	14,4	13,5			Humedad interior =51%
		A3	14,5	13,8			
10	6:00 a.m.	A1	14,0	12,8	15,1	12,7	Humedad exterior =49%
		A2	14,4	13,2			Humedad interior =53%
		A3	14,0	12,8			

**LADRILLOS CONCRETO - VIERNES 02-11-22**

<b>N° de mediciones</b>	<b>Hora</b>	<b>Pared</b>	<b>T° Interior</b>	<b>T° Exterior</b>	<b>T° Ambiente Interior</b>	<b>T° Ambiente Exterior</b>	<b>Observaciones</b>
1	8:00 a.m.	A1	15,4	14,5	15,3	13,6	Humedad exterior =48%
		A2	15,9	14,9			Humedad interior =53%
		A3	15,7	14,9			
2	10:00 a.m.	A1	18,6	18,9	19,0	19,7	Humedad exterior =33%
		A2	18,6	22,5			Humedad interior =51%
		A3	18,9	18,6			
3	12:00 p.m.	A1	23,6	24,8	21,8	21,4	Humedad exterior =30%
		A2	24,3	24,3			Humedad interior =37%
		A3	23,7	24,3			
4	1:00 p.m.	A1	21,3	22,0	21,2	20,9	Humedad exterior =32%
		A2	21,3	22,2			Humedad interior =50%
		A3	20,3	20,3			
5	2:00 p.m.	A1	22,2	22,2	20,4	21,1	Humedad exterior =33%
		A2	22,2	21,5			Humedad interior =47%
		A3	21,3	21,3			
6	4:00 p.m.	A1	21,7	21,8	20,1	19,9	Humedad exterior =34%
		A2	21,8	21,7			Humedad interior =43%
		A3	21,0	20,6			
7	6:00 p.m.	A1	20,8	20,0	19,1	17,6	Humedad exterior =43%
		A2	20,6	20,0			Humedad interior =54%
		A3	20,0	19,3			
8	8:00 p.m.	A1	18,8	18,1	18,1	16,4	Humedad exterior =50%
		A2	18,8	18,4			Humedad interior =55%
		A3	18,1	17,6			
9	4:00 a.m.	A1	14,2	13,0	16,2	12,1	Humedad exterior =40%
		A2	14,4	12,9			Humedad interior =49%
		A3	14,3	13,9			
10	6:00 a.m.	A1	14,2	13,2	16,3	12,6	Humedad exterior =36%
		A2	14,5	13,3			Humedad interior =46%
		A3	14,2	13,2			

**Tabla 34:** Determinación del flujo de calor en tres módulos, lunes 28-11-22.

<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE ARCILLA</b>										
Lunes 28-11-22	espesor	0,125	m	K	0,189	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)	Suma Q (W)		
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	14,2	15,7	15,2	15,0	15,0	14,7	-0,624	0,083	0,125	-0,416
10:00 a.m.	26,1	29,1	27,0	30,0	25,6	27,5	-1,247	-1,247	-0,790	-3,285
12:00 p.m.	26,1	28,1	26,0	27,5	26,3	27,3	-0,832	-0,624	-0,416	-1,871
1:00 p.m.	25,0	26,0	24,3	25,6	24,8	25,3	-0,416	-0,541	-0,208	-1,164
2:00 p.m.	24,1	24,6	24,3	24,6	23,9	24,1	-0,208	-0,125	-0,083	-0,416
4:00 p.m.	22,9	21,5	22,9	21,7	22,5	21,3	0,582	0,499	0,499	1,580
6:00 p.m.	20,1	18,6	20,3	18,9	20,3	18,9	0,624	0,582	0,582	1,788
8:00 p.m.	19,4	17,7	19,6	18,4	19,6	18,1	0,707	0,499	0,624	1,830
4:00 a.m.	16,6	14,7	16,9	15,4	16,6	15,7	0,790	0,624	0,374	1,788
6:00 a.m.	15,5	15,4	15,9	15,7	15,9	15,0	0,042	0,083	0,374	0,499

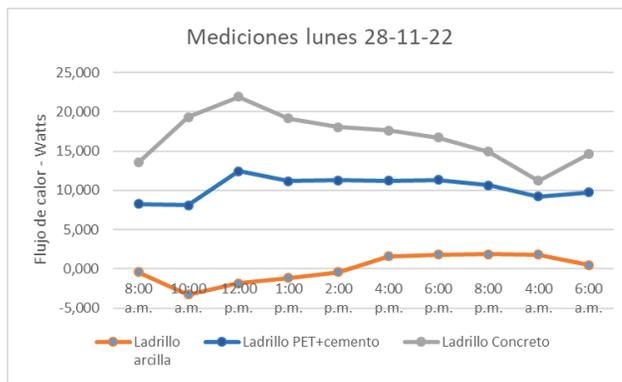
<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE PET</b>										
Lunes 28-11-22	espesor	0,13	m	K	0,228	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)	Suma Q (W)		
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	15,9	15,0	15,2	15,5	16,2	15,2	0,434	7,331	0,482	8,247
10:00 a.m.	23,6	27,8	23,2	34,2	24,1	26,3	-2,026	11,190	-1,061	8,103
12:00 p.m.	25,0	26,3	26,3	26,6	25,8	25,0	-0,627	12,685	0,386	12,444
1:00 p.m.	24,6	24,8	23,9	25,6	23,9	24,4	-0,096	11,527	-0,241	11,190
2:00 p.m.	22,9	22,9	23,4	23,6	22,5	22,5	0,000	11,286	0,000	11,286
4:00 p.m.	21,3	20,6	21,7	20,8	21,5	20,6	0,338	10,466	0,434	11,238
6:00 p.m.	19,4	17,4	19,8	17,9	19,6	17,9	0,965	9,550	0,820	11,334
8:00 p.m.	18,4	16,4	18,4	16,9	18,1	16,4	0,965	8,874	0,820	10,659
4:00 a.m.	16,4	15,4	16,4	14,9	15,7	14,0	0,482	7,910	0,820	9,212
6:00 a.m.	16,4	14,9	16,9	15,4	16,7	14,9	0,723	8,151	0,868	9,743

**MÓDULO DE LADRILLOS DE CONCRETO**

Lunes 28-11-22	espesor 0,13 m		K 0,384		área 0,275 m2					
Hora	A1		A2		A3		Q (W)		Suma Q (W)	
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	15,7	14,9	15,9	15,2	15,2	15,2	0,650	12,916	0,000	13,566
10:00 a.m.	21,2	21,3	22,7	24,3	22,2	21,0	-0,081	18,439	0,975	19,333
12:00 p.m.	25,0	25,0	25,8	25,5	24,3	23,1	0,000	20,958	0,975	21,932
1:00 p.m.	23,4	23,9	23,7	24,3	22,4	22,0	-0,406	19,252	0,325	19,170
2:00 p.m.	22,4	22,9	22,5	23,9	21,5	21,3	-0,406	18,277	0,162	18,033
4:00 p.m.	21,2	21,2	21,2	21,3	20,3	19,8	0,000	17,221	0,406	17,627
6:00 p.m.	19,6	19,1	19,6	19,6	19,1	18,6	0,406	15,921	0,406	16,734
8:00 p.m.	17,4	16,9	17,4	17,2	17,1	16,6	0,406	14,134	0,406	14,946
4:00 a.m.	13,5	13,6	13,8	13,9	13,5	13,4	-0,081	11,210	0,081	11,210
6:00 a.m.	16,2	15,4	16,4	15,5	16,0	15,2	0,650	13,322	0,650	14,622

**Promedio y gráfico.**

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	-0,416	8,247	13,566
10:00 a.m.	-3,285	8,103	19,333
12:00 p.m.	-1,871	12,444	21,932
1:00 p.m.	-1,164	11,190	19,170
2:00 p.m.	-0,416	11,286	18,033
4:00 p.m.	1,580	11,238	17,627
6:00 p.m.	1,788	11,334	16,734
8:00 p.m.	1,830	10,659	14,946
4:00 a.m.	1,788	9,212	11,210
6:00 a.m.	0,499	9,743	14,622



**Tabla 35:** Determinación del flujo de calor en tres módulos, martes 29-11-22.

<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE ARCILLA</b>										
Martes 29-11-22	espesor	0,125	m	K	0,189	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)			Suma Q (W)
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	16,2	16,2	16,7	17,7	16,6	16,7	0,000	-0,416	-0,042	-0,457
10:00 a.m.	22,9	27,0	23,1	28,5	23,4	24,4	-1,705	-2,245	-0,416	-4,366
12:00 p.m.	26,5	28,0	26,8	27,0	26,3	28,0	-0,624	-0,083	-0,707	-1,414
1:00 p.m.	22,4	23,9	22,5	23,2	22,4	23,6	-0,624	-0,291	-0,499	-1,414
2:00 p.m.	24,3	24,6	24,3	24,8	24,4	24,6	-0,125	-0,208	-0,083	-0,416
4:00 p.m.	23,4	22,2	23,2	22,5	23,2	22,2	0,499	0,291	0,416	1,206
6:00 p.m.	21,8	20,3	21,7	20,3	21,5	20,1	0,624	0,582	0,582	1,788
8:00 p.m.	19,1	17,1	19,1	17,6	18,9	17,2	0,832	0,624	0,707	2,162
4:00 a.m.	15,7	14,2	16,4	14,9	15,7	14,5	0,624	0,624	0,499	1,746
6:00 a.m.	16,7	17,2	17,4	18,9	17,2	18,8	-0,208	-0,624	-0,665	-1,497

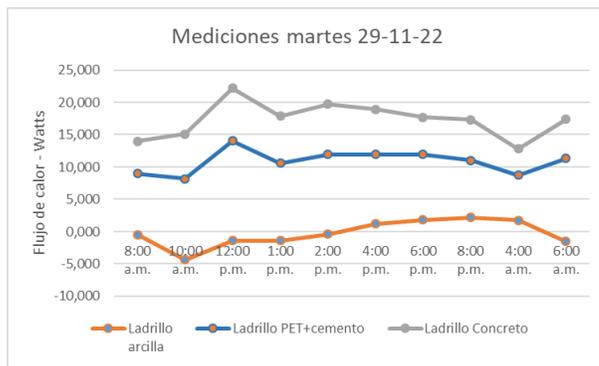
<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE PET</b>										
Martes 29-11-22	espesor	0,13	m	K	0,228	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)			Suma Q (W)
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	17,4	17,1	17,6	19,8	17,6	16,9	0,145	8,489	0,338	8,971
10:00 a.m.	22,0	25,0	22,0	31,1	21,7	23,7	-1,447	10,611	-0,965	8,199
12:00 p.m.	28,8	28,8	29,8	28,8	28,3	29,0	0,000	14,373	-0,338	14,035
1:00 p.m.	22,4	23,1	23,2	23,6	22,4	22,9	-0,338	11,190	-0,241	10,611
2:00 p.m.	23,6	23,4	24,1	23,9	23,7	23,2	0,096	11,624	0,241	11,961
4:00 p.m.	22,2	20,8	22,2	21,3	22,2	21,0	0,675	10,707	0,579	11,961
6:00 p.m.	21,2	19,4	21,2	19,4	21,0	19,3	0,868	10,225	0,820	11,913
8:00 p.m.	19,4	17,7	19,4	17,9	19,6	17,9	0,820	9,357	0,820	10,997
4:00 a.m.	15,4	14,0	15,5	14,2	15,4	14,2	0,675	7,476	0,579	8,730
6:00 a.m.	20,3	18,6	20,3	18,9	20,1	18,6	0,820	9,791	0,723	11,334

**MÓDULO DE LADRILLOS DE CONCRETO**

Martes 29-11-22	espesor	0,13	m	K	0,384	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3			Q (W)		Suma Q (W)
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	16,2	15,9	16,4	16,4	16,2	15,7	0,244	13,322	0,406	13,972
10:00 a.m.	19,6	21,0	20,0	23,9	19,4	19,4	-1,137	16,246	0,000	15,109
12:00 p.m.	24,3	23,7	25,6	24,6	23,1	22,0	0,487	20,795	0,894	22,176
1:00 p.m.	22,4	22,5	22,2	23,2	21,2	21,3	-0,081	18,033	-0,081	17,871
2:00 p.m.	23,4	23,4	24,1	23,6	22,0	21,8	0,000	19,577	0,162	19,739
4:00 p.m.	21,8	21,2	21,7	21,3	21,0	20,0	0,487	17,627	0,812	18,927
6:00 p.m.	20,3	19,6	20,1	19,6	19,6	18,6	0,569	16,327	0,812	17,708
8:00 p.m.	20,1	19,4	20,1	19,6	19,6	19,1	0,569	16,327	0,406	17,302
4:00 a.m.	14,9	14,4	15,0	14,7	14,7	14,4	0,406	12,185	0,244	12,834
6:00 a.m.	19,6	18,6	19,6	18,4	19,4	18,6	0,812	15,921	0,650	17,383

**Promedio y gráfico.**

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	-0,457	8,971	13,972
10:00 a.m.	-4,366	8,199	15,109
12:00 p.m.	-1,414	14,035	22,176
1:00 p.m.	-1,414	10,611	17,871
2:00 p.m.	-0,416	11,961	19,739
4:00 p.m.	1,206	11,961	18,927
6:00 p.m.	1,788	11,913	17,708
8:00 p.m.	2,162	10,997	17,302
4:00 a.m.	1,746	8,730	12,834
6:00 a.m.	-1,497	11,334	17,383



**Tabla 36:** Determinación del flujo de calor en tres módulos, miércoles 30-11-22.

<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE ARCILLA</b>										
Miércoles 30-11-22	espesor	0,125	m	K	0,189	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)	Q (W)	Q (W)	Suma Q (W)
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	17,1	16,4	17,4	17,2	16,9	16,9	0,291	0,083	0,000	0,374
10:00 a.m.	22,8	26,0	23,1	27,0	22,4	24,1	-1,331	-1,622	-0,707	-3,659
12:00 p.m.	26,0	27,0	26,3	25,6	26,1	26,8	-0,416	0,291	-0,291	-0,416
1:00 p.m.	24,6	24,4	24,8	24,6	24,3	23,9	0,083	0,083	0,166	0,333
2:00 p.m.	23,6	24,1	24,1	24,3	24,4	24,3	-0,208	-0,083	0,042	-0,249
4:00 p.m.	24,1	23,1	24,1	23,6	23,9	23,4	0,416	0,208	0,208	0,832
6:00 p.m.	21,8	19,6	21,8	20,0	21,7	20,1	0,915	0,748	0,665	2,328
8:00 p.m.	21,3	19,4	21,5	20,0	21,5	19,8	0,790	0,624	0,707	2,121
4:00 a.m.	16,4	14,5	16,7	16,2	16,4	15,2	0,790	0,208	0,499	1,497
6:00 a.m.	16,6	14,4	16,9	15,2	16,4	14,9	0,915	0,707	0,624	2,245

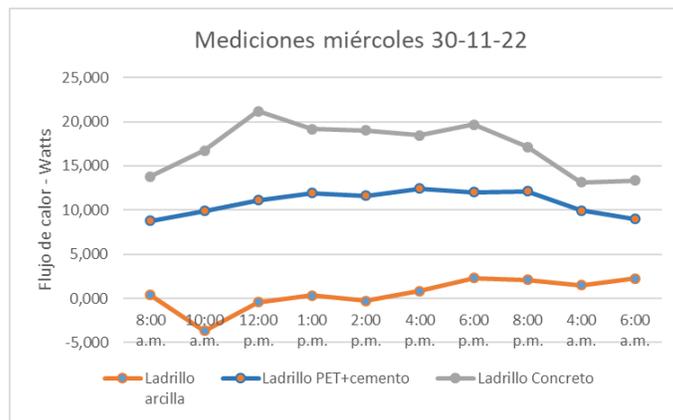
<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE PET</b>										
Miércoles 30-11-22	espesor	0,13	m	K	0,228	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)	Q (W)	Q (W)	Suma Q (W)
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	17,2	16,7	17,2	17,7	17,1	16,6	0,241	8,296	0,241	8,778
10:00 a.m.	23,2	25,6	23,7	30,7	23,1	23,9	-1,158	11,431	-0,386	9,887
12:00 p.m.	26,6	27,9	27,8	27,6	26,3	29,8	-0,627	13,408	-1,688	11,093
1:00 p.m.	23,7	23,6	24,4	24,3	22,4	22,2	0,048	11,768	0,096	11,913
2:00 p.m.	23,4	23,2	23,7	23,6	23,6	23,4	0,096	11,431	0,096	11,624
4:00 p.m.	23,4	22,0	23,4	22,6	23,2	22,2	0,675	11,286	0,482	12,444
6:00 p.m.	21,8	20,0	21,7	20,6	21,7	20,3	0,868	10,466	0,675	12,009
8:00 p.m.	21,3	19,3	21,2	19,3	21,2	19,3	0,965	10,225	0,916	12,106
4:00 a.m.	16,6	14,9	16,7	15,2	16,7	14,5	0,820	8,055	1,061	9,936
6:00 a.m.	15,4	13,8	15,5	14,7	15,5	14,0	0,772	7,476	0,723	8,971

**MÓDULO DE LADRILLOS DE CONCRETO**

Miércoles 30-11-22	espesor	0,13	m	K	0,384	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)		Suma Q (W)	
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	16,6	16,4	16,6	16,7	16,4	16,2	0,162	13,484	0,162	13,809
10:00 a.m.	20,8	21,8	21,3	24,6	21,8	21,5	-0,812	17,302	0,244	16,734
12:00 p.m.	26,0	26,0	26,1	26,6	25,0	25,0	0,000	21,201	0,000	21,201
1:00 p.m.	24,4	25,0	24,6	24,4	24,6	25,0	-0,487	19,983	-0,325	19,170
2:00 p.m.	23,2	23,4	23,2	23,6	22,4	22,0	-0,162	18,846	0,325	19,008
4:00 p.m.	22,2	22,2	22,4	22,4	21,8	21,5	0,000	18,196	0,244	18,439
6:00 p.m.	21,8	20,8	21,8	20,6	21,0	19,6	0,812	17,708	1,137	19,658
8:00 p.m.	19,6	19,1	19,6	19,1	19,1	18,1	0,406	15,921	0,812	17,140
4:00 a.m.	15,4	14,7	15,2	15,0	15,0	14,7	0,569	12,347	0,244	13,159
6:00 a.m.	14,4	13,5	14,5	13,8	14,5	13,5	0,731	11,778	0,812	13,322

**Promedio y gráfico.**

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	0,374	8,778	13,809
10:00 a.m.	-3,659	9,887	16,734
12:00 p.m.	-0,416	11,093	21,201
1:00 p.m.	0,333	11,913	19,170
2:00 p.m.	-0,249	11,624	19,008
4:00 p.m.	0,832	12,444	18,439
6:00 p.m.	2,328	12,009	19,658
8:00 p.m.	2,121	12,106	17,140
4:00 a.m.	1,497	9,936	13,159
6:00 a.m.	2,245	8,971	13,322



**Tabla 37:** Determinación del flujo de calor en tres módulos, jueves 01-12-22.

<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE ARCILLA</b>										
Jueves 01-12-22	espesor	0,125	m	K	0,189	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)		Suma Q (W)	
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	15,7	15,4	16,4	16,2	15,9	15,5	0,125	0,083	0,166	0,374
10:00 a.m.	19,8	24,1	20,0	24,1	20,0	20,1	-1,788	-1,705	-0,042	-3,534
12:00 p.m.	24,6	26,0	25,1	24,6	25,0	25,0	-0,582	0,208	0,000	-0,374
1:00 p.m.	23,4	24,1	23,6	23,6	23,6	24,1	-0,291	0,000	-0,208	-0,499
2:00 p.m.	23,1	23,1	22,9	22,9	23,2	23,1	0,000	0,000	0,042	0,042
4:00 p.m.	22,5	22,0	22,4	21,8	22,5	22,2	0,208	0,249	0,125	0,582
6:00 p.m.	21,0	19,6	21,0	20,0	20,8	19,6	0,582	0,416	0,499	1,497
8:00 p.m.	20,0	18,4	20,1	19,1	20,0	18,9	0,665	0,416	0,457	1,538
4:00 a.m.	14,9	12,5	15,0	14,5	15,0	13,8	0,998	0,208	0,499	1,705
6:00 a.m.	14,9	12,8	15,5	14,5	15,0	13,3	0,873	0,416	0,707	1,996

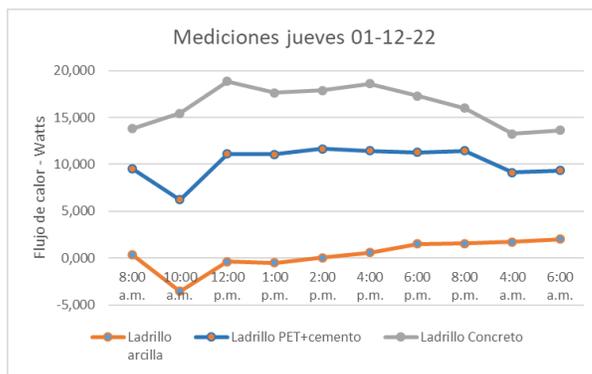
<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE PET</b>										
Jueves 01-12-22	espesor	0,13	m	K	0,228	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)		Suma Q (W)	
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	16,9	15,7	17,2	16,6	16,9	15,5	0,579	8,296	0,675	9,550
10:00 a.m.	18,6	22,2	19,4	28,3	18,8	21,7	-1,736	9,357	-1,399	6,222
12:00 p.m.	24,1	25,3	25,0	26,1	24,3	25,1	-0,579	12,058	-0,386	11,093
1:00 p.m.	22,5	22,9	23,2	23,2	22,5	22,4	-0,193	11,190	0,048	11,045
2:00 p.m.	22,9	22,5	23,1	23,1	22,9	22,2	0,193	11,141	0,338	11,672
4:00 p.m.	22,5	21,7	22,4	21,7	22,2	21,7	0,386	10,804	0,241	11,431
6:00 p.m.	20,6	19,3	20,6	19,6	20,6	19,1	0,627	9,936	0,723	11,286
8:00 p.m.	20,1	18,4	20,1	18,6	20,0	18,1	0,820	9,694	0,916	11,431
4:00 a.m.	15,5	14,0	15,5	13,8	15,4	13,5	0,723	7,476	0,916	9,116
6:00 a.m.	15,5	13,2	15,5	14,0	15,4	13,8	1,109	7,476	0,772	9,357

**MÓDULO DE LADRILLOS DE CONCRETO**

Jueves 01-12-22										
	espesor 0,13 m		K 0,384		área 0,275 m2					
Hora	A1		A2		A3		Q (W)	Suma Q (W)		
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	15,7	15,4	16,2	15,9	15,9	15,4	0,244	13,159	0,406	13,809
10:00 a.m.	18,4	18,6	19,4	21,7	17,9	18,1	-0,162	15,759	-0,162	15,434
12:00 p.m.	22,5	23,2	23,2	23,4	21,5	20,8	-0,569	18,846	0,569	18,846
1:00 p.m.	21,7	22,0	22,0	22,9	21,0	21,0	-0,244	17,871	0,000	17,627
2:00 p.m.	21,8	22,0	22,0	22,2	21,0	20,8	-0,162	17,871	0,162	17,871
4:00 p.m.	22,2	21,7	22,0	22,0	21,2	20,8	0,406	17,871	0,325	18,602
6:00 p.m.	20,1	19,6	20,0	19,6	19,4	18,6	0,406	16,246	0,650	17,302
8:00 p.m.	18,9	18,6	19,1	18,6	18,4	18,1	0,244	15,515	0,244	16,002
4:00 a.m.	14,5	13,3	14,4	13,5	14,5	13,8	0,975	11,697	0,569	13,241
6:00 a.m.	14,0	12,8	14,4	13,2	14,0	12,8	0,975	11,697	0,975	13,647

**Promedio y gráfico.**

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	0,374	9,550	13,809
10:00 a.m.	-3,534	6,222	15,434
12:00 p.m.	-0,374	11,093	18,846
1:00 p.m.	-0,499	11,045	17,627
2:00 p.m.	0,042	11,672	17,871
4:00 p.m.	0,582	11,431	18,602
6:00 p.m.	1,497	11,286	17,302
8:00 p.m.	1,538	11,431	16,002
4:00 a.m.	1,705	9,116	13,241
6:00 a.m.	1,996	9,357	13,647



**Tabla 38:** Determinación del flujo de calor en tres módulos, viernes 02-12-22.

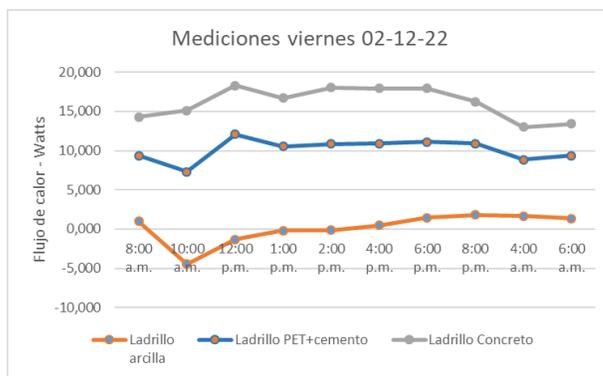
<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE ARCILLA</b>										
Viernes 02-12-22	espesor	0,125	m	K	0,189	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3			Q (W)		Suma Q (W)
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	15,0	14,4	15,7	14,9	15,7	14,7	0,249	0,333	0,416	0,998
10:00 a.m.	17,7	22,5	18,9	22,4	18,6	21,0	-1,996	-1,455	-0,998	-4,449
12:00 p.m.	30,7	32,1	30,4	30,0	30,4	32,6	-0,582	0,166	-0,915	-1,331
1:00 p.m.	22,0	22,4	23,1	23,1	23,1	23,1	-0,166	0,000	0,000	-0,166
2:00 p.m.	23,4	23,7	23,2	23,6	23,6	23,2	-0,125	-0,166	0,166	-0,125
4:00 p.m.	22,9	22,5	22,5	22,2	22,4	22,0	0,166	0,125	0,166	0,457
6:00 p.m.	21,8	20,3	21,7	20,8	21,7	20,6	0,624	0,374	0,457	1,455
8:00 p.m.	19,4	17,7	19,4	18,6	19,4	17,5	0,707	0,333	0,790	1,830
4:00 a.m.	14,7	12,3	14,9	14,4	15,1	14,0	0,998	0,208	0,457	1,663
6:00 a.m.	14,5	13,2	15,2	14,4	14,7	13,5	0,541	0,333	0,499	1,372

<b>MÓDULO DE LADRILLOS DE PET</b>										
Viernes 02-12-22	espesor	0,13	m	K	0,228	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3			Q (W)		Suma Q (W)
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	16,4	14,9	16,4	15,4	16,2	14,7	0,723	7,910	0,723	9,357
10:00 a.m.	19,6	22,9	20,1	30,5	19,6	21,3	-1,592	9,694	-0,820	7,283
12:00 p.m.	26,3	28,3	27,8	28,5	27,3	28,0	-0,965	13,408	-0,338	12,106
1:00 p.m.	21,7	22,2	22,4	22,5	21,8	21,8	-0,241	10,804	0,000	10,563
2:00 p.m.	22,5	22,4	22,5	23,2	22,4	22,5	0,048	10,852	-0,048	10,852
4:00 p.m.	21,8	21,7	22,0	22,0	22,0	21,5	0,048	10,611	0,241	10,900
6:00 p.m.	21,2	20,0	21,0	20,6	20,6	19,8	0,579	10,128	0,386	11,093
8:00 p.m.	19,4	17,9	19,4	17,9	19,3	17,6	0,723	9,357	0,820	10,900
4:00 a.m.	15,3	14,2	15,2	14,0	15,4	13,4	0,531	7,331	0,965	8,826
6:00 a.m.	15,4	13,3	15,4	14,4	15,2	13,3	1,013	7,428	0,916	9,357

MÓDULO DE LADRILLOS DE CONCRETO										
Viernes 02-12-22	espesor	0,13	m	K	0,384	área	0,275	m2		
Hora	A1		A2		A3		Q (W)		Suma Q (W)	
	TI	TX	TI	TX	TI	TX				
8:00 a.m.	15,4	14,5	15,9	14,9	15,7	14,9	0,731	12,916	0,650	14,297
10:00 a.m.	18,6	18,9	18,6	22,5	18,9	18,6	-0,244	15,109	0,244	15,109
12:00 p.m.	23,6	24,8	24,3	24,3	23,7	24,3	-0,975	19,739	-0,487	18,277
1:00 p.m.	21,3	22,0	21,3	22,2	20,3	20,3	-0,569	17,302	0,000	16,734
2:00 p.m.	22,2	22,2	22,2	21,5	21,3	21,3	0,000	18,033	0,000	18,033
4:00 p.m.	21,7	21,8	21,8	21,7	21,0	20,6	-0,081	17,708	0,325	17,952
6:00 p.m.	20,8	20,0	20,6	20,0	20,0	19,3	0,650	16,734	0,569	17,952
8:00 p.m.	18,8	18,1	18,8	18,4	18,1	17,6	0,569	15,271	0,406	16,246
4:00 a.m.	14,2	13,0	14,4	12,9	14,3	13,9	0,975	11,697	0,325	12,997
6:00 a.m.	14,2	13,2	14,5	13,3	14,2	13,2	0,812	11,778	0,812	13,403

### Promedio y gráfico.

Hora	Ladrillo arcilla	Ladrillo PET+cemento	Ladrillo Concreto
8:00 a.m.	0,998	9,357	14,297
10:00 a.m.	-4,449	7,283	15,109
12:00 p.m.	-1,331	12,106	18,277
1:00 p.m.	-0,166	10,563	16,734
2:00 p.m.	-0,125	10,852	18,033
4:00 p.m.	0,457	10,900	17,952
6:00 p.m.	1,455	11,093	17,952
8:00 p.m.	1,830	10,900	16,246
4:00 a.m.	1,663	8,826	12,997
6:00 a.m.	1,372	9,357	13,403



## APÉNDICE D: Panel fotográfico.

AÑO 2020



**Figura 11:** La primera imagen zaranda fabricada para obtener picadillo de tamaño máximo de 4mm, segunda imagen la máquina industrial para realizar el picado de plástico PET(Polietileno-tereftalato) tercera imagen el picadillo de PET, enero 2020.



**Figura 12:** Peso del material más probeta, para obtener el peso específico aparente del PET.



**Figura 13:** Moldes N°1, N°2, N°3, N°4, N°5.



**Figura 14:** Elaboración de primeros ladrillos y también cubos de 10cmx10cmx10cm.



**Figura 15:** Elaboración de ladrillos de PET y cemento, en mesa vibradora.

### AÑO 2021



**Figura 16:** Elaboración de ladrillos de PET y cemento y refrentado de ladrillos.



**Figura 17:** Ensayo a compresión.



**Figura 18:** Ladrillos elaborados en molde con botadora y cuña de 1,5cm, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.

**AÑO 2022**



**Figura 19:** Ladrillos elaborados en molde con botadora y 10 hendiduras de 5 líneas, ladrillo realizado en máquina vibradora, con batidora para el mortero.



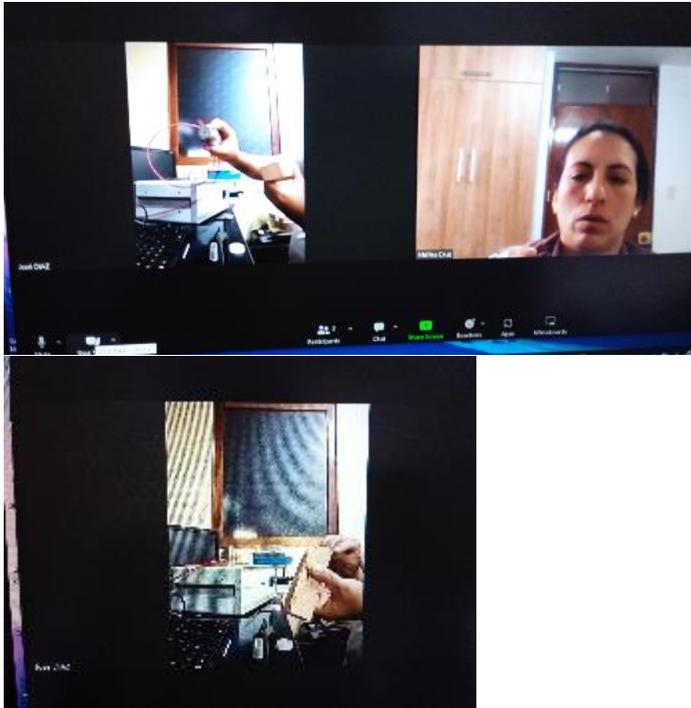
**Figura 20:** Incorporación de fibras sintéticas en la fabricación de ladrillos de PET y cemento.



**Figura 21:** Elaboración de ladrillos PET y cemento.



**Figura 22:** Selección y corte de muestras para realizar el ensayo de conductividad térmica de ladrillos de PET y cemento, ladrillos de arcilla y ladrillos de concreto artesanal.



**Figura 23:** Realización del ensayo de conductividad térmica de tres tipos de materiales: PET y cemento, ladrillo de arcilla y ladrillo de concreto artesanal mediante el equipo Analizador de conductividad térmica TCi Thermal.



**Figura 24:** Selección de ladrillos para ensayos finales de rotura a compresión.



**Figura 25:** Medición de propiedades físicas-alabeo y mecánicas-resistencia a compresión.



**Figura 26:** Prototipo de las unidades de albañilería.



**Figura 27:** Acerrado del ladrillo de PET y cemento para la construcción de los módulos de 50cmx50cmx50cm.



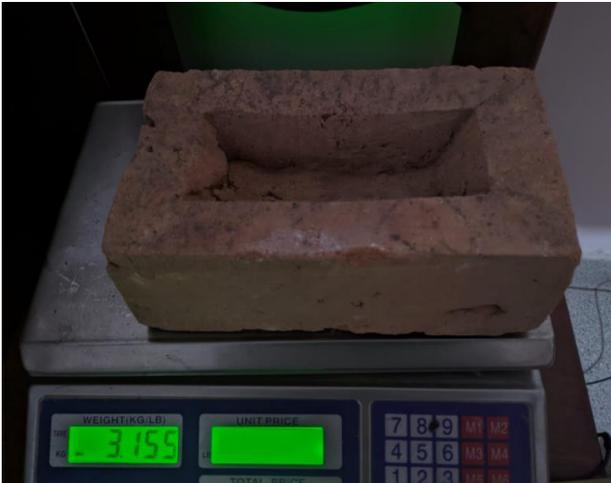
**Figura 28:** Construcción de tres módulos de 50cmx50cmx50cm de materiales ladrillos PET y cemento, ladrillo de arcilla y ladrillo de concreto artesanal, los techos de drywall y las puertas de melanina (medidas idénticas para los tres módulos).



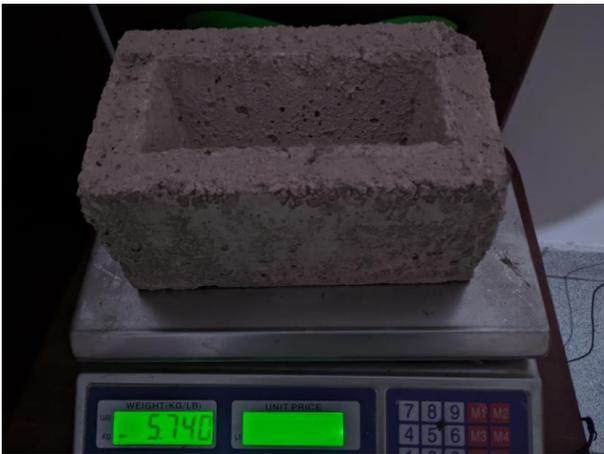
**Figura 29:** Realización de mediciones con termómetro digital y pistola láser.



**Figura 30:** Peso de ladrillo PET: 2480 g



**Figura 31:** Peso de ladrillo de arcilla: 3155 g



**Figura 32:** Peso de ladrillo de concreto: 5740 g

## **APÉNDICE E: Ensayos del material PET (Polietilen-tereftalato).**

ÁREA DE GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD



Título: **Peso unitario del agregado grueso-fino(Compactado) ASTM C-29** Código de control Nro. **LAB-OS-QC-012**

Nro de revisión: **1** Fecha de revisión: **1 de may de 13** Página **1** de **1**

Obra: \_\_\_\_\_ Muestra N°: **OSMA - 001**

Descripción: **Picadillo de polietilen-tereftalato PET** X Fecha muestreo: **02/07/2020**

Localización: X = \_\_\_\_\_ Y = \_\_\_\_\_ Cota ni. n.m. = \_\_\_\_\_

Muestreado por: **Karina Cruz** Color: \_\_\_\_\_

Determinación del Peso Unitario Compactado						Temp. de Secado
						<u>Ambiente</u> / 60 °C / 110°C
						Tiempo de Secado
						24 horas
						Método
						Horno / Microondas
ID de Muestra		A	B	C	Prom	
Peso Muestra Seca + Olla (gr)	A	<b>3165.00</b>	<b>3195.00</b>	<b>3191.00</b>		
Peso de Olla (gr)	B	352.00	352.00	352.00		
Peso Muestra Seca (gr)	C=A-B	2813.00	2843.00	2839.00		
Volumen de Muestra Seca (cc)	D	5336.56	5336.56	5336.56		
Peso Unitario Suelta (gr/cc)	E = C / D	<b>0.527</b>	<b>0.533</b>	<b>0.532</b>	<b>0.531</b>	

Observaciones: \_\_\_\_\_

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>
 JEFE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA <b>E. Alcantara</b>	 Ing. Miriam M. Machuca Romero INGENIERO CIVIL NOMBRE Y FIRMA C.I.T. 75548
FECHA:	FECHA:

Compré en [www.hamrick.com](http://www.hamrick.com)

ÁREA DE GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD



<b>Título:</b> <b>Peso unitario del agregado grueso-fino(suelto ) ASTM C-29</b>		<b>Código de control Nro.</b> <b>LAB-OS-QC-012</b>
<b>Nro de revisión:</b> 1	<b>Fecha de revisión:</b> 1 de may de 13	<b>Página</b> 1 <b>de</b> 1

<b>Obra:</b>	Muestra N°: OSMA - 001	
<b>Descripción:</b> Picadillo de polietilen-tereftalato PET	X	<b>Fecha muestreo:</b> 02/07/2020
<b>Localización:</b> X =	Y =	<b>Cota m.s.n.m.:</b>
<b>Muestreado por:</b> Karina Cruz		<b>Cofor:</b>

<b>Determinación del Peso Unitario Suelto</b>						<u>Temp. de Secado</u> Ambiente / 60 °C / 110°C
						<u>Tempo de Secado</u> 24 horas
						<u>Método</u> Horno / Microondas
ID de Muestra		A	B	C	Prom	
Peso Muestra Seca + Olla (gr)	A	2693.00	2689.00	2692.00		
Peso de Olla (gr)	B	352.00	352.00	352.00		
Peso Muestra Seca (gr)	C=A-B	2341.00	2337.00	2340.00		
Volumen de Muestra Seca (cc)	D	5336.56	5336.56	5336.56		
Peso Unitario Suelta (gr/cc)	E = C / D	0.439	0.438	0.438	0.438	

Observaciones:

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>
 JEFE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA	 Ing. Michuca Romero INGENIERO SUPERVISOR NOMBRE Y FIRMA C.I.P. 75345
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

Compré en [www.hamrick.com](http://www.hamrick.com)

ÁREA DE GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD



<b>Título:</b> Gravedad Específica ASTM D 854 / C127		<b>Código de control No:</b> LAB-OS-QC-010
<b>Nro de revisión:</b> 1	<b>Fecha de revisión:</b> 1 de may de 13	<b>Página:</b> 1 de 1

<b>Obra:</b>	Muestra N°: OSMA - 001
<b>Descripción:</b> Picadillo de polietilen-tereftalato PET	<b>Fecha muestreo:</b> 02/07/2020
<b>Localización:</b> X = _____ Y = _____	<b>Cota m.s.n.m.:</b> _____
<b>Muestreado por:</b> Karina Cruz	<b>Color:</b> _____

Standard Test Methods for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate (ASTM C127)	Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids By Water Pycnometer (ASTM D854)	
Tamaño del agregado (Pulgadas) :	N° 4	Factor (K)= 0.99983
Temperatura del agua para la inmersión del agregado :	20.0 °C	Pw,t( g/mL)= 0.99804
Temperatura de secado (Muestra en el horno)	110 ± 5°C	Metodo utilizado : -
Tiempo saturado de la muestra (h):	24	El material pasante 100% por el tamiz : N° 4
Clasificación de muestra (SUCS)	GC	Temp.Secado de la muestra en horno : 110±5°C.
% De material retenido en la malla N°4	55.07	Temp.Del agua desairada para rellenar el picnómetro + material : 20.8 °C
% De material pasante en la malla N°4	44.93	Metodo de desaireado del agua para realizar el ensayo: Ebullición
		Metodo de desaireado del material en el picnómetro + agua: Ebullición

Peso del material seco en el horno (110 ±5°) (g)	A		
Peso del mat. Sat. Sup. Seca al aire (g)	B		
Peso del mat. Sat. Sup. Seca dentro del agua (g)	C		
Vol de masa + Vol de vacios (B-C) (g)	D, B-C		
Vol. De la masa (C-(A-D)) (g)	E, A-C		
	F, B-A		
Bulk Specific Gravity	G, A/D		
Bulk Specific Gravity (SSD)	H, B/D		
Apparent Specific Gravity	I, A/E		
Absorción (%)	J, 100°F/A		

ASTM D854			
	1	2	Promedio
Volumen del Picnómetro (ml.)	250	250	
Peso del picnómetro + el agua (g)	A 362.35	361.15	
Peso del material + Agua + Picnómetro (g)	B 367.81	366.49	
Peso del material seco en el horno (105°) (g)	C 20.01	20.00	
P. del picnómetro + agua (corregido por temp.)	D 361.86	360.66	
Vol. De la masa (D-(B-C)) (g)	E 14.06	14.17	
P.E. REAL (Base Seca) (C/E)	1.423	1.411	
Gravedad especifica corregida a 20°C-K*Gt	1.423	1.411	1.417

$$G_s = \frac{1}{\frac{\%P_{sa}}{100 \cdot G_{sa}} + \frac{\%P_{ps}}{100 \cdot G_{ps}}} = \text{gr/cm}^3$$

Observaciones: \_\_\_\_\_

<b>REVISÓ</b>  JEFE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA	<b>APROBÓ</b>  Ing. Miriam M. Machuca Romero INGENIERO CIVIL INGENIERO SUPERVISOR CNCR-BO-0417
<b>FECHA:</b> E. Alcaraz	<b>FECHA:</b>

ÁREA DE GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD

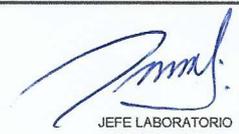


<b>Título:</b> <b>Peso Específico Aparente</b>		<b>Código de control Nro.</b> LAB-OS-QC-011
<b>Nro de revisión:</b> 1	<b>Fecha de revisión:</b> 1 de may de 13	Página 1 de 1

<b>Obra:</b> _____	<b>Muestra N°:</b> OSMA - 001
<b>Descripción:</b> Picadillo de polietilen-tereftalato PET	<b>Fecha muestreo:</b> 02/07/2020
<b>Localización:</b> X = _____ Y = _____	<b>Cota m.s.n.m.:</b> _____
<b>Muestreado por:</b> Karina Cruz	<b>Color:</b> _____

	1	2	3	Promedio
Volumen de la Probeta graduada (ml.)	500	500	500	
Peso de la Probeta (g)	A 163.99	163.99	163.99	
Peso del material +Probeta (g)	B 389.98	384.26	384.00	
Peso del material seco en el horno (105°) (g)	C 225.99	220.27	220.01	
Peso de la probeta + agua	D 663.61	663.61	663.61	
Vol. De la masa (D-A) (g)	E 499.62	499.62	499.62	
P.E. Aparente (Base Seca) (C/E)	0.452	0.441	0.440	0.445

Observaciones: \_\_\_\_\_

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>
 JEFE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA	 Ing. Miriam M. Machuca Romero INGENIERO SUPERVISOR INGENIERO CIVIL C.I.P. 75345
<b>FECHA:</b> E. Alcantara	<b>FECHA:</b>

Comprare VueScan  
 www.hamrick.com

## INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

### LH – B – INF – 2020 – 392

#### I. DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE DEL CLIENTE : ING. KARINA CRUZ DEL CASTILLO  
CORREO ELECTRÓNICO: karinacdc@gmail.com  
TELÉFONO : 950 712 591

#### II. DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO (\*\*): Tesis de maestría de la UNC: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietilen-tereftalato (PET) y cemento."

UBICACIÓN : CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA

#### III. FECHAS

FECHA DE MUESTREO: NO INDICA  
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS: 2020-06-16  
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS: 2020-06-16  
FECHA DE INFORME: 2020-06-19

#### IV. MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

HURTECO SRL no ha participado en la toma de muestras, el muestreo ha sido realizado por el CLIENTE.

No se almacena contramuestra, se devolvió la muestra ya que el cliente la solicitó.

**CUADRO N° 01: MUESTRAS RECIBIDAS**

N° MUESTRA (CLIENTE)	CÓDIGO DE MUESTRA (LAB. HURTECO)	TIPO	CANTIDAD
POLIETILEN TEREFTALATO - M1	LH-B-M-2020-196	Mab <sup>1</sup>	01
POLIETILEN TEREFTALATO - M2	LH-B-M-2020-197		
POLIETILEN TEREFTALATO - M3	LH-B-M-2020-198		

#### V. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos Pavimentos y Concreto de la empresa Hnos. Urteaga Contratistas SRL, ubicado en la Av. El Porongo N° 118 del Sector Armando Revoredo Iglesias – Caserío de Tartar Distrito de Baños Del Inca. Los ensayos se realizaron bajo las normas ASTM y MTC.

La cantidad de ensayos realizados son:

HNOS URTEAGA CONTRATISTAS

Ing. Frank J. Gonzales Vásquez  
Reg. CIP 211190  
JEFE DE LABORATORIO

<sup>1</sup> Mab: Material alterado en saco de 2 kg aproximadamente  
(\*\*): Información proporcionada por el cliente.

**CUADRO N° 02: ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO
03	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates <sup>1</sup> (*)	ASTM C136-19

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.

**VI. PERSONAL RESPONSABLE**

- REALIZACIÓN DE ENSAYO:
- PROCESAMIENTO DE DATOS:

TEC. JOSÉ JESÚS POMPA CHAUPE  
ING. FRANK J. GONZÁLES VÁSQUEZ

**NOTAS:**

- El presente informe de ensayo solo puede ser difundido en su totalidad y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la aprobación escrita del laboratorio HURTECO.
- Informes sin firma y sello carecen de validez.
- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a los ensayos realizados a las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio HURTECO.
- Si bien en los resultados, se indican porcentajes de gravas, arenas y limos o arcillas, éstos solo corresponden a los tamaños de partículas ensayados, ya que el material es de tipo plástico.

**VII. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

HNOS URTEAGA CONTRATISTAS

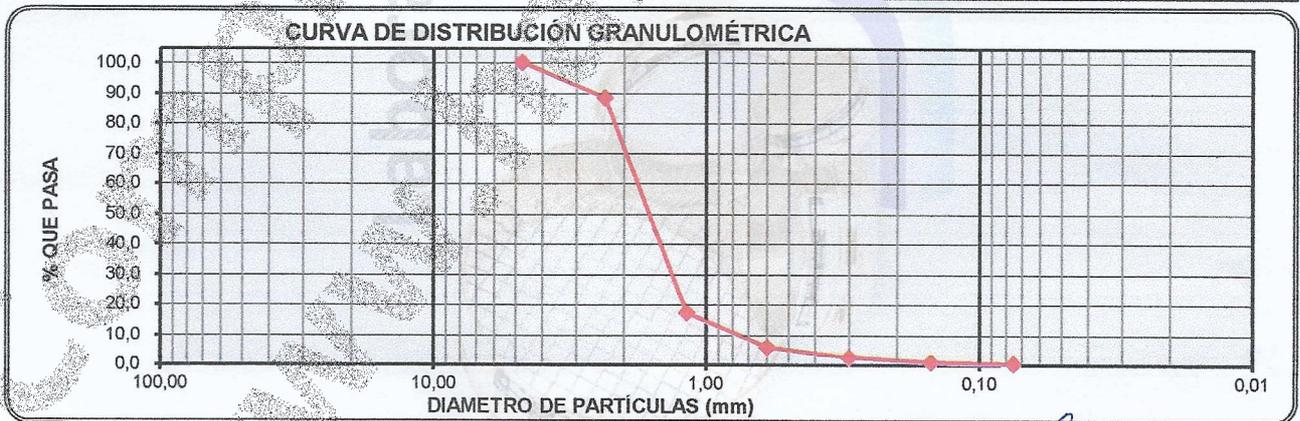
Ing. Frank J. Gonzales Vásquez  
Reg. CIP. 211130  
JEFE DE LABORATORIO

Código : LH-FOR-094	Fecha : 01/02/2020	Versión : 02	Aprobación : GG	Página : 01 de 01
---------------------	--------------------	--------------	-----------------	-------------------

Proyecto (**)	TESIS DE MAESTRÍA DE LA UNC: "DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO.		
Ubicación (**)	CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA	Informe N°	LH-B-INF-392-2020
Cliente	ING. KARINA CRUZ DEL CASTILLO	Fecha de Muestreo (**)	NO INDICA
Material (**)	POLIETILEN TEREFTALATO - M1	Hora de Muestreo (**)	-
Código del Cliente (**)	POLIETILEN TEREFTALATO - M1	Fecha de Recepción	16/06/2020
Código de Laboratorio	LH-B-M-2020-196	Fecha de Ensayo	16/06/2020
Procedencia (**)	-	Fecha de Informe	19/06/2020
Condiciones Ambientales:	Temp.: 20,58 °C	HR:	47,59 %

**Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils<sup>1</sup>**

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	EEXT. CLIENTE		DESCRIPCIÓN
					MIN	MAX	
6 in.	150,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Masa Muestra Húmeda: -
4 in.	100,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Masa Seca Inicial: 600,00 g
3 in.	75,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Masa Seca Lavada: 600,00 g
2 in.	50,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Bloques (>300 mm): 0,0%
1 1/2 in.	37,500	0,00	0,0	100,0	-	-	Bolones (75 mm - 300 mm): 0,0%
1 in.	25,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Gravas (4.75 mm - 75 mm): 0,00%
3/4 in.	19,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Arenas (0.075 mm - 4.75 mm): 99,80%
1/2 in.	12,500	0,00	0,0	100,0	-	-	Limos y Arcillas (<0.075 mm): 0,20%
<b>CARACTERÍSTICAS</b>							
No. 4	4,750	0,00	0,0	100,0	-	-	Diámetro Efectivo D <sub>60</sub> (mm): 2,08
No. 8	2,360	69,23	11,5	88,5	-	-	Diámetro Efectivo D <sub>30</sub> (mm): 1,58
No. 16	1,180	427,73	82,8	17,2	-	-	Diámetro Efectivo D <sub>10</sub> (mm): 0,90
No. 30	0,600	69,13	94,3	5,7	-	-	Coefficiente Uniformidad (Cu): 2,32
No. 50	0,300	20,69	97,7	2,3	-	-	Coefficiente Curvatura (Cc): 1,34
No. 100	0,150	9,69	99,3	0,7	-	-	Límite Líquido (LL): -
No. 200	0,075	2,89	99,8	0,2	-	-	Límite Plástico (LP): -
Cazoleta	-	0,42	-	-	-	-	Índice de Plasticidad (IP): -
							Error de ensayo (%): 0,037%
							Módulo de Finura: 3,86



Revisó y aprobó:

**HNOS URTEAGA CONTRATISTAS**

*Ing. Frank J. Gonzales Vásquez*  
Reg. N.º 211190  
JEFE DE LABORATORIO

(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM C136)**

Código : LH-FOR-094    Fecha : 01/02/2020    Versión : 02    Aprobación : GG    Página : 01 de 01

Proyecto (\*\*): TESIS DE MAESTRÍA DE LA UNC: "DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO.

Ubicación (\*\*): CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA    Informe N°: LH-B-INF-392-2020

Cliente: ING. KARINA CRUZ DEL CASTILLO    Fecha de Muestreo (\*\*): NO INDICA

Material (\*\*): POLIETILEN TEREFTALATO - M3    Hora de Muestreo (\*\*): -

Código del Cliente (\*\*): POLIETILEN TEREFTALATO - M3    Fecha de Recepción: 16/06/2020

Código de Laboratorio: LH-B-M-2020-198    Fecha de Ensayo: 16/06/2020

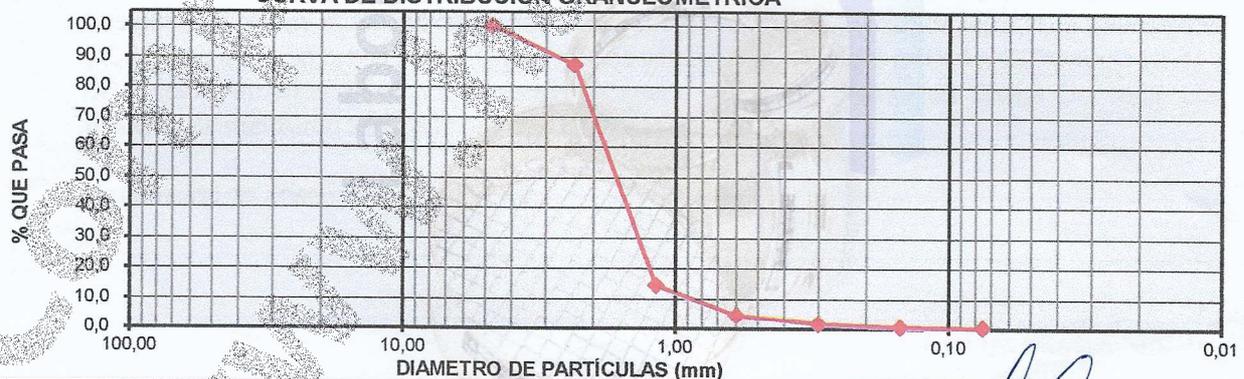
Procedencia (\*\*): -    Fecha de Informe: 19/06/2020

Condiciones Ambientales: Temp.: 20,58 °C    HR: 47,59 %

**Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils<sup>1</sup>**

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	EETT CLIENTE		DESCRIPCIÓN	
					MIN	MAX		
6 in.	150,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Masa Muestra: Húmeda: -	
4 in.	100,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Masa Seca Inicial: 600,00 g	
3 in.	75,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Masa Seca Lavada: 600,00 g	
2 in.	50,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Bloques (>300 mm): 0,0%	
1 1/2 in.	37,500	0,00	0,0	100,0	-	-	Bolones (75 mm - 300 mm): 0,0%	
1 in.	25,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Gravas (4.75 mm - 75 mm): 0,00%	
3/4 in.	19,000	0,00	0,0	100,0	-	-	Arenas (0.075 mm - 4.75 mm): 99,90%	
1/2 in.	12,500	0,00	0,0	100,0	-	-	Limos y Arcillas (<0.075 mm): 0,10%	
3/8 in.	9,500	0,00	0,0	100,0	-	-	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
No. 4	4,750	0,00	0,0	100,0	-	-		Diámetro Efectivo D <sub>60</sub> (mm): 2,12
No. 8	2,360	76,94	12,8	87,2	-	-		Diámetro Efectivo D <sub>30</sub> (mm): 1,67
No. 16	1,180	438,76	85,9	14,1	-	-		Diámetro Efectivo D <sub>10</sub> (mm): 1,01
No. 30	0,600	58,99	95,7	4,3	-	-		Coefficiente Uniformidad (Cu): 2,09
No. 50	0,300	17,17	98,6	1,4	-	-		Coefficiente Curvatura (Cc): 1,30
No. 100	0,150	5,78	99,6	0,4	-	-		Límite Líquido (LL): -
No. 200	0,075	2,06	99,9	0,1	-	-		Límite Plástico (LP): -
Cazoleta	-	0,25			-	-		Índice de Plasticidad (IP): -
								Error de ensayo (%): 0,003%
							Módulo de Finura: 3,93	

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



Revisó y aprobó:

**HNOS URTEAGA CONTRATISTAS**

*Ing. Frank J. Gonzales Vásquez*  
Reg. CIP. 211190  
JEFE DE LABORATORIO

(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

## **APÉNDICE F: Ensayos succión, absorción.**

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**LH-B-INF-2023-088**

**I. DATOS DEL CLIENTE**

<b>Cliente</b> :	Karina Cruz Del Castillo	<b>RUC</b> :	-
<b>Dirección</b> :	Jr.5 Esquinas E-29	<b>Cargo</b> :	-
<b>Contacto</b> :	Karina Cruz Del Castillo	<b>Página Web</b> :	-
<b>Correo electrónico</b> :	karinacdc@gmail.com	<b>Teléfono</b> :	950 712 591

**II. DATOS DEL PROYECTO**

<b>Proyecto (**)</b> :	"Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."		
<b>Ubicación (**)</b> :	Jr. 5 Esquinas E-29		

**III. FECHAS**

<b>Muestreo</b> :	2022-12-19 - Realizado por el cliente	<b>Inicio de Ensayos</b> :	21/12/2022
<b>Recepción de muestra</b> :	19/12/2022	<b>Término de Ensayos</b> :	03/01/2023
<b>Emisión de Informe</b> :	06/01/2023		

**IV. MUESTRA Y CONTRAMUESTRA**

HURTECO SRL no ha participado en la toma de muestras, el muestreo ha sido realizado por el CLIENTE.

No se almacena contramuestra, no ha sido proporcionada por el cliente.

El día 19/12/2022, el laboratorio recibió la muestra, con las siguientes características:

**CUADRO No. 01: MUESTRA Y CONTRAMUESTRA**

CÓDIGO DE MUESTRA (CLIENTE)	CÓDIGO DE MUESTRA (LABORATORIO HURTECO)	TIPO	CANTIDAD
PET + CEMENTO - M1	LH-B-M-2022-0606 (a)	und	01
PET + CEMENTO - M2	LH-B-M-2022-0606 (b)	und	01
PET + CEMENTO - M3	LH-B-M-2022-0606 (c)	und	01
PET + CEMENTO - M4	LH-B-M-2022-0606 (d)	und	01
PET + CEMENTO - M5	LH-B-M-2022-0606 (e)	und	01
PET + CEMENTO - M6	LH-B-M-2022-0606 (f)	und	01
PET + CEMENTO - M7	LH-B-M-2022-0606 (g)	und	01
PET + CEMENTO - M8	LH-B-M-2022-0606 (h)	und	01
PET + CEMENTO - M9	LH-B-M-2022-0606 (i)	und	01
PET + CEMENTO - M10	LH-B-M-2022-0606 (j)	und	01

**V. ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los ensayos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos Pavimentos y Concreto de la empresa Hnos. Urteaga Contratistas SRL, ubicado en la (Av. El Porongo No. 118 del Sector Armando Revoredo Iglesias – Caserío de Tartar Distrito de Baños Del Inca – Cajamarca). Los ensayos se realizaron bajo las Normas Estandarizadas indicadas en el siguiente cuadro:

**CUADRO No. 02: ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	MÉTODO
10	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos demuestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (*)	NTP 399.613 2005 Succión	-
10	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos demuestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (*)	NTP 399.613 2005 Absorción	-

  
 Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS SRL.  
 Ing. Adriana Y. Marín Díaz  
 Reg. CIP. 262195  
 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los métodos indicados, no han sido acreditados por INACAL - DA

(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

**VI. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

**CUADRO No. 03: RESULTADOS**

No.	Código de muestra (Cliente) (**)	Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (*) - (NTP 399.613 - 2005)		
		Contenido de Humedad	Succión	Absorción en 24 horas
1	PET + CEMENTO - M1	2,89%	161,36 g/min/200cm <sup>2</sup>	21,01%
2	PET + CEMENTO - M2	3,07%	105,68 g/min/200cm <sup>2</sup>	20,60%
3	PET + CEMENTO - M3	2,82%	85,87 g/min/200cm <sup>2</sup>	20,85%
4	PET + CEMENTO - M4	3,17%	92,62 g/min/200cm <sup>2</sup>	20,34%
5	PET + CEMENTO - M5	2,52%	98,18 g/min/200cm <sup>2</sup>	21,25%
6	PET + CEMENTO - M6	3,20%	91,58 g/min/200cm <sup>2</sup>	19,78%
7	PET + CEMENTO - M7	3,10%	115,69 g/min/200cm <sup>2</sup>	19,17%
8	PET + CEMENTO - M8	2,87%	91,78 g/min/200cm <sup>2</sup>	20,97%
9	PET + CEMENTO - M9	2,74%	128,17 g/min/200cm <sup>2</sup>	19,92%
10	PET + CEMENTO - M10	2,34%	105,04 g/min/200cm <sup>2</sup>	19,52%
<b>Promedio</b>		<b>2,9%</b>	<b>107,60 g/min/200cm<sup>2</sup></b>	<b>20,3%</b>

**VII. PERSONAL RESPONSABLE**

**CUADRO No. 04: PERSONAL**

Realización de los Ensayos	Procesamiento de Resultados	Revisión y Aprobación
Tec. Jesús Pompa Chaupe Tec. Cristian N. Valdivia Villanueva	Bach. Elvis O. Terrones Rudas  HNOS URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. ELVIS O. TERRONES RUDAS SUPERVISOR DE ENSAYOS	Ing. Adriana Marín Díaz

**VIII. NOTAS**

1. El presente informe de ensayo solo puede ser difundido en su totalidad y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la aprobación escrita del laboratorio.
2. Informes sin firma y sello carecen de validez.
3. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad del cliente.
4. Los resultados corresponden a los ensayos realizados a las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio HURTECO.

<b>NOTAS REFERIDAS A LA MUESTRA Y/O ENSAYO</b>	- El rango de variaciones amplio de los resultados de succión se debe a la falta de uniformidad en las caras de los especímenes ensayados. - El secado de las muestras se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de las muestras cada 2 horas; hasta que llegó a una masa constante con una variación máxima de 1% (según lo que indica la norma de contenido de humedad).
<b>CÓDIGO DEL INFORME AL QUE REEMPLAZA</b>	LH-B-INF-2022-718
<b>MOTIVO :</b>	Corrección de largo, ancho y alto. Se adicionó notas referidas al ensayo.

Fin de Informe.

(\*) Los métodos indicados, no han sido acreditados por INACAL - DA

(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

	<b>Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería (NTP 399.613 - 2005)</b>			
	<b>Código:</b> LH-FOR-165	<b>Fecha:</b> 06/04/2023	<b>Versión:</b> 02	<b>Aprobación:</b> JL

<b>Proyecto (**)</b>	"Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."			<b>Informe No.</b>	<b>LH-B-INF-2023-088</b>
<b>Ubicación (**)</b>	Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	19/12/2022
<b>Cliente</b>	Karina Cruz Del Castillo			<b>Fecha de Recepción</b>	19/12/2022
<b>Material (**)</b>	Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento			<b>Fecha de Informe</b>	06/01/2023
<b>Procedencia (**)</b>	Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Técnico Encargado</b>	Jesús Pompa
<b>Código de Muestra (**)</b>	PET + CEMENTO - M1			<b>Hora de Muestreo (**)</b>	-
<b>Código de Laboratorio</b>	LH-B-M-2022-0606 (a)			<b>Clima (**)</b>	-
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-			<b>Muestreado por (**)</b>	-
<b>Coordenadas (**)</b>	-			<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio de Ensayo</b>	21/12/2022
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C	<b>Fin de Ensayo</b>	02/01/2023
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %		

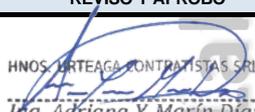
## ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	1
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M1
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (a)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 469,13 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 419,86 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 405,79 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 399,82 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>2,89%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,13 cm
Ancho (cm)	13,33 cm
Altura (cm)	9,40 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	321,78 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 659,43 g
Masa de agua succionada (g)	259,61 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>161,36 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	2 903,94 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>21,01%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. Ing. Adriana Y. Marín Díaz Reg. CIP 262195 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

	<b>Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería (NTP 399.613 - 2005)</b>			
	<b>Código:</b> LH-FOR-273	<b>Fecha:</b> 06/01/2023	<b>Versión:</b> 01	<b>Aprobación:</b> JL

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."			<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo			<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento			<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pompa
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1			<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)			<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-			<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Coordenadas (**)</b>	-			<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C	<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %		

### ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	2
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M2
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (b)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 741,15 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 679,01 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 667,43 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 659,43 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>3,07%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,30 cm
Ancho (cm)	13,60 cm
Altura (cm)	9,60 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	330,48 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 834,05 g
Masa de agua succionada (g)	174,62 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>105,68 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	3 207,23 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>20,60%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Reg. CIP. 262165 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

	<b>Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería (NTP 399.613 - 2005)</b>			
	<b>Código:</b> LH-FOR-273	<b>Fecha:</b> 06/01/2023	<b>Versión:</b> 01	<b>Aprobación:</b> JL

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."			<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo			<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento			<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pompa
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1			<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)			<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-			<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Coordenadas (**)</b>	-			<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C	<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %		

### ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	3
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M3
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (c)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 587,07 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 534,12 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 520,79 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 516,00 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>2,82%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,37 cm
Ancho (cm)	13,30 cm
Altura (cm)	9,53 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	324,08 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 655,15 g
Masa de agua succionada (g)	139,15 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>85,87 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	3 040,61 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>20,85%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Reg. CIP. 262195 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

	<b>Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería</b> <b>(NTP 399.613 - 2005)</b>			
	<b>Código:</b> LH-FOR-273	<b>Fecha:</b> 06/01/2023	<b>Versión:</b> 01	<b>Aprobación:</b> JL

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."		
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo		
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento		
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1		
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)		
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-		
<b>Coordenadas (**)</b>	-		
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %

<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pampa
<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023

## ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	4
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M4
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (d)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 545,99 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 480,12 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 470,19 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 467,77 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>3,17%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,37 cm
Ancho (cm)	13,33 cm
Altura (cm)	9,43 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	324,89 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 618,22 g
Masa de agua succionada (g)	150,45 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>92,62 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	2 969,65 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>20,34%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Reg. CIP: 262105 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."			<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo			<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento			<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pampa
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1			<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)			<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-			<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Coordenadas (**)</b>	-			<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C	<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %		

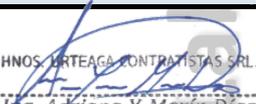
## ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	5
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M5
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (e)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 599,30 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 549,10 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 539,81 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 535,44 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>2,52%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,30 cm
Ancho (cm)	13,43 cm
Altura (cm)	9,57 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	326,43 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 695,68 g
Masa de agua succionada (g)	160,24 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>98,18 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	3 074,20 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>21,25%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Reg. CIP 262185 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."			<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo			<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento			<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pampa
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1			<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)			<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-			<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Coordenadas (**)</b>	-			<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C	<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %		

## ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	6
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M6
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (f)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 386,94 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 325,45 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 319,66 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 312,95 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>3,20%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,23 cm
Ancho (cm)	13,20 cm
Altura (cm)	9,20 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	319,88 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 459,42 g
Masa de agua succionada (g)	146,47 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>91,58 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	2 770,44 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>19,78%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Rog. CIP 282105 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

	<b>Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería (NTP 399.613 - 2005)</b>			
	<b>Código:</b> LH-FOR-273	<b>Fecha:</b> 06/01/2023	<b>Versión:</b> 01	<b>Aprobación:</b> JL

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."			<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo			<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento			<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29			<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pompa
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1			<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)			<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-			<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Coordenadas (**)</b>	-			<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C	<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %		

## ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	7
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M7
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (g)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 791,33 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 721,25 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 711,32 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 707,40 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>3,10%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,73 cm
Ancho (cm)	13,77 cm
Altura (cm)	9,30 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	340,50 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 904,37 g
Masa de agua succionada (g)	196,97 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>115,69 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	3 226,48 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>19,17%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <u>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</u> Reg. CIP: 282195 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

	<b>Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería (NTP 399.613 - 2005)</b>			
	<b>Código:</b> LH-FOR-273	<b>Fecha:</b> 06/01/2023	<b>Versión:</b> 01	<b>Aprobación:</b> JL

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."		<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo		<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento		<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pampa
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1		<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)		<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-		<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Coordenadas (**)</b>	-		<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Condiciones Ambientales</b>			<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023
<b>Temperatura</b>	17,25 °C	19,63 °C		
<b>HR</b>	51,55 %	55,32 %		

### ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	8
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M8
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (h)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 808,08 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 745,15 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 734,67 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 729,65 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>2,87%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,50 cm
Ancho (cm)	13,60 cm
Altura (cm)	9,83 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	333,20 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 882,56 g
Masa de agua succionada (g)	152,91 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>91,78 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	3 302,07 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>20,97%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Reg. CIP 262165 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."		
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo		
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento		
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1		
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)		
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-		
<b>Coordenadas (**)</b>	-		
<b>Condiciones Ambientales</b>	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	
<b>Temperatura</b>	17,25 °C	19,63 °C	
<b>HR</b>	51,55 %	55,32 %	

<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pampa
<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023

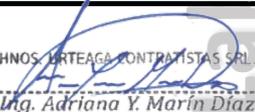
### ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	9
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M9
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (i)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 382,19 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 333,14 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 323,01 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 318,69 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>2,74%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,13 cm
Ancho (cm)	13,33 cm
Altura (cm)	9,10 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	321,78 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 524,90 g
Masa de agua succionada (g)	206,21 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>128,17 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	2 780,66 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>19,92%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Reg. CIP: 262165 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

	<b>Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería</b> <b>(NTP 399.613 - 2005)</b>			
	<b>Código:</b> LH-FOR-273	<b>Fecha:</b> 06/01/2023	<b>Versión:</b> 01	<b>Aprobación:</b> JL

<b>Proyecto (**)</b>	: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento."		
<b>Ubicación (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		
<b>Cliente</b>	: Karina Cruz Del Castillo		
<b>Material (**)</b>	: Unidades de albañilería fabricadas con polietileno - tereftalato (PET) y cemento		
<b>Procedencia (**)</b>	: Jr. 5 Esquinas E-29		
<b>Código de Muestra (**)</b>	: PET + CEMENTO - M1		
<b>Código de Laboratorio</b>	: LH-B-M-2022-0606 (a)		
<b>Ubicación de Muestreo (**)</b>	-		
<b>Coordenadas (**)</b>	-		
<b>Condiciones Ambientales</b>		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
<b>Temperatura</b>		17,25 °C	19,63 °C
<b>HR</b>		51,55 %	55,32 %

<b>Informe No.</b>	: LH-B-INF-2023-088
<b>Fecha de Muestreo (**)</b>	: 19/12/2022
<b>Fecha de Recepción</b>	: 19/12/2022
<b>Fecha de Informe</b>	: 06/01/2023
<b>Técnico Encargado</b>	: Jesús Pompa
<b>Hora de Muestreo (**)</b>	: -
<b>Clima (**)</b>	: -
<b>Muestreado por (**)</b>	: -
<b>Fechas de Ejecución del Ensayo :</b>	
<b>Inicio de Ensayo</b>	: 21/12/2022
<b>Fin de Ensayo</b>	: 02/01/2023

### ENSAYOS EN UNIDADES DE LADRILLO

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	10
Código de muestra (Cliente) (**)	PET + CEMENTO - M10
Código de muestra (Laboratorio)	LH-B-M-2022-0606 (j)

DATOS ENSAYO - CONTENIDO DE HUMEDAD	
Masa Inicial (g)	2 718,10 g
Masa Seca al Horno 01 (g)	2 684,12 g
Masa Seca al Horno 02 (g)	2 659,41 g
Masa Seca al Horno 03 (g)	2 655,89 g
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>2,34%</b>

DATOS ENSAYO - SUCCIÓN	
Largo (cm)	24,30 cm
Ancho (cm)	13,20 cm
Altura (cm)	9,53 cm
Área (cm <sup>2</sup> )	320,76 cm <sup>2</sup>
Masa Sumergida por 1 min. (g)	2 824,35 g
Masa de agua succionada (g)	168,46 g
<b>Succión (g/min/200cm<sup>2</sup>)</b>	<b>105,04 g/min/200cm<sup>2</sup></b>

ABSORCIÓN EN UNIDADES DE LADRILLO	
Masa Saturada en 24 horas (g)	3 174,36 g
<b>Absorción en 24 horas (%)</b>	<b>19,52%</b>

REVISÓ Y APROBÓ
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. <b>Ing. Adriana Y. Marín Díaz</b> Reg. CIP 262185 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Observaciones:
El secado de la muestra se hizo a 60°C en un periodo de aprox. 48 horas, determinando la masa de la muestra cada 2 horas.



(\*\*) Los datos indicados han sido declarados por el cliente.

**APÉNDICE G: Resistencia a la compresión de unidades de albañilería – Laboratorio HURTECO.**



# Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.

Domicilio social: Jr. La Mar No.224 RUC: 20453782761 Telefax: 076-365288  
Visite nuestra página web: www.hurteco.com

Código: LH-FOR-174 Fecha: 12/11/2020 Versión: 01 Aprobación: GG Página: 01 de 02

## INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

LH-A-INF-2022-2551

### I. DATOS DEL CLIENTE

**Cliente :** Karina Cruz del Castillo **RUC :** -  
**Dirección :** Jr.5 Esquinas E-29 **Página web :** -  
**Contacto :** Karina Cruz del Castillo **Télefono :** 950 712 591  
**Correo electrónico :** karinacdc@gmail.com

### II. DATOS DEL PROYECTO

**Proyecto (\*) :** Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"  
**Ubicación (\*) :** Jr.5 Esquinas E-29 - Cajamarca - Cajamarca

### III. FECHAS

**Fecha de fabricación (\*) :** 24/11/2022 **Fecha de inicio de ensayo :** 22/12/2022  
**Fecha de recepción :** 19/12/2022 **Fecha de ensayo :** 22/12/2022  
**Fecha de informe :** 23/12/2022

### IV. MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

HURTECO SRL no ha participado en la fabricación y toma de muestra de los ladrillos, dichos testigos han sido elaborados por el CLIE No se almacena contramuestra, por ser ensayo destructivo.

El día 19/12/2022, el laboratorio recibió las muestras, con las siguientes características:

CUADRO No. 01: MUESTRAS

No.	CÓDIGO DE MUESTRA (*)	CÓDIGO DE MUESTRA (LAB. HURTECO)	TIPO	CANTIDAD
1	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-1	LH-A-M-2022-6147	Ladrillo	01
2	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-2	LH-A-M-2022-6148	Ladrillo	01
3	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-3	LH-A-M-2022-6149	Ladrillo	01
4	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-4	LH-A-M-2022-6150	Ladrillo	01
5	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-5	LH-A-M-2022-6151	Ladrillo	01
6	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-6	LH-A-M-2022-6152	Ladrillo	01
7	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-7	LH-A-M-2022-6153	Ladrillo	01
8	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-8	LH-A-M-2022-6154	Ladrillo	01
9	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-9	LH-A-M-2022-6155	Ladrillo	01
10	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-10	LH-A-M-2022-6156	Ladrillo	01

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
*Ing. Adriana Y. Marín Díaz*  
Reg. CIP: 262165  
ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

## Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.

Domicilio social: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453782761 Teléfono: 076- 365288  
Visite nuestra página web: [www.hurteco.com](http://www.hurteco.com)

#### V. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de las muestras de ladrillos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos de la empresa Hnos. Urteaga Contratistas SRL, ubicado en el Jr. La Mar No. 224 – Cajamarca. Los ensayos se realizaron bajo las Normas ASTM indicadas. Los ensayos realizados son:

**CUADRO No. 02: ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO
10	Método de determinación de la resistencia a la rotura por compresión y por flexión, en frío de ladrillos y formas refractarias	NTP 331.021

#### VII. PERSONAL RESPONSABLE

**CUADRO No. 04: PERSONAL**

REALIZACIÓN DEL ENSAYO	PROCESAMIENTO DE DATOS	REVISIÓN Y APROBACIÓN
Bach. Ing. Henry Valdivia Pompa 	Bach. Ing. Jorge Torres Gutierrez 	Ing. Adriana Marín Díaz

#### VIII. NOTAS

1. El presente informe de ensayo solo puede ser difundido en su totalidad y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la aprobación escrita del laboratorio HURTECO.
2. Informes sin firma y sello carecen de validez.
3. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
4. Los resultados corresponden a los ensayos realizados a las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio HURTECO.

#### NOTA CÓDIGO DEL INFORME AL QUE REEMPLAZA:

1. No aplica

#### IX. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

**CUADRO No. 03: RESULTADOS**

No.	CÓDIGO DE MUESTRA (LAB. HURTECO)	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	LH-A-M-2022-6147	28 días	30,8 kg/cm <sup>2</sup>
2	LH-A-M-2022-6148	28 días	32,1 kg/cm <sup>2</sup>
3	LH-A-M-2022-6149	28 días	32,2 kg/cm <sup>2</sup>
4	LH-A-M-2022-6150	28 días	32,2 kg/cm <sup>2</sup>
5	LH-A-M-2022-6151	28 días	33,2 kg/cm <sup>2</sup>
6	LH-A-M-2022-6152	28 días	31,5 kg/cm <sup>2</sup>
7	LH-A-M-2022-6153	28 días	35,4 kg/cm <sup>2</sup>
8	LH-A-M-2022-6154	28 días	33,9 kg/cm <sup>2</sup>
9	LH-A-M-2022-6155	28 días	34,5 kg/cm <sup>2</sup>
10	LH-A-M-2022-6156	28 días	27,2 kg/cm <sup>2</sup>

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

**Proyecto (\*)** : Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

**Ubicación (\*)** : CAJAMARCA - CAJAMARCA

**Cliente** : Karina Cruz **Código de cliente** : LH-CCL-146

**Informe No.** : LH-A-INF-2022-2551 **Fecha de Informe** : 23/12/2022

**Condiciones ambientales:** **Temp.** : 16,36 °C **HR:** 75,60 %

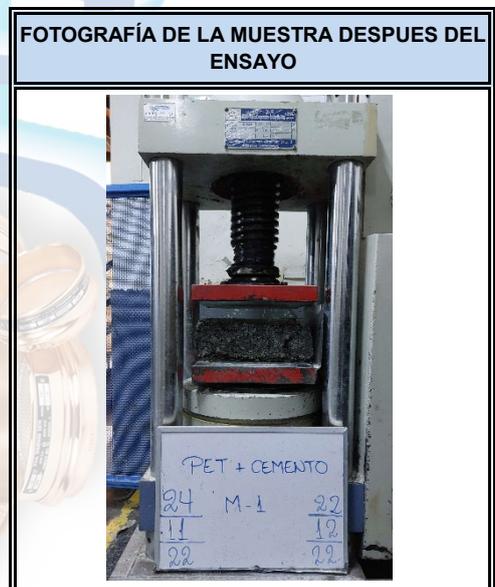
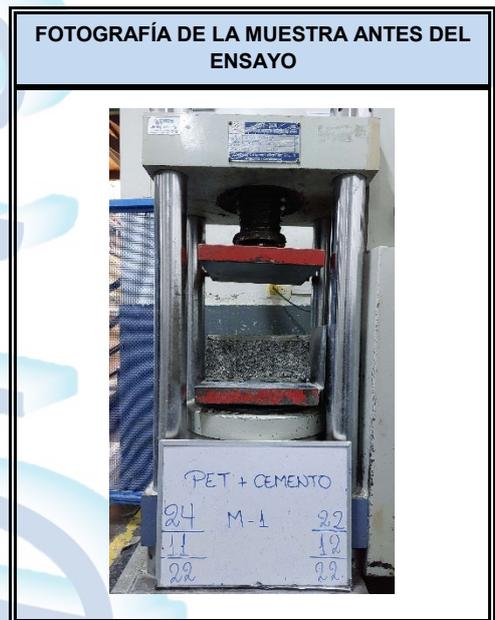
**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	1
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-1
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6147
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

DATOS DEL ENSAYO	
Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28
Masa	2 460 g
Largo	24,37 cm
Ancho	13,46 cm
Alto	8,89 cm
Carga máxima	98,92 kN

RESULTADOS	
Área bruta	328,02 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	328,02 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	10 086,9 kg
Resistencia a la compresión	30,8 kg/cm <sup>2</sup>

REVISÓ Y APROBÓ	
 HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. Ing. Adriana Y. Marín Díaz Reg. CIP 282165 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS	



(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Proyecto (\*) : Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

Ubicación (\*) : CAJAMARCA - CAJAMARCA

Cliente : Karina Cruz Código de cliente : LH-CCL-146

Informe No. : LH-A-INF-2022-2551 Fecha de Informe : 23/12/2022

Condiciones ambientales: Temp. : 17,55 °C HR: 63,71 %

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	2
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-2
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6148
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28
Masa	2 641 g
Largo	24,38 cm
Ancho	13,43 cm
Alto	8,78 cm
Carga máxima	103,20 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	327,42 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	327,42 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	10 523,3 kg
Resistencia a la compresión	32,1 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
  
 Ing. Adriana Y. Marin Diaz  
 Reg. CIP. 262165  
 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y  
 MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Proyecto (\*) : Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilen – tereftalato (PET) y cemento"

Ubicación (\*) : CAJAMARCA - CAJAMARCA

Cliente : Karina Cruz Código de cliente : LH-CCL-146

Informe No. : LH-A-INF-2022-2551 Fecha de Informe : 23/12/2022

Condiciones ambientales: Temp. : 17,55 °C HR: 63,71 %

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	3
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-3
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6149
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28
Masa	2 552 g
Largo	24,26 cm
Ancho	13,23 cm
Alto	8,95 cm
Carga máxima	101,36 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	320,96 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	320,96 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	10 335,7 kg
Resistencia a la compresión	32,2 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
Ing. Adriana Y. Marín Díaz  
Reg. CIP 262195  
ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Proyecto (\*) : Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

Ubicación (\*) : CAJAMARCA - CAJAMARCA

Cliente : Karina Cruz Código de cliente : LH-CCL-146

Informe No. : LH-A-INF-2022-2551 Fecha de Informe : 23/12/2022

Condiciones ambientales: Temp. : 17,55 °C HR: 63,71 %

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	4
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-4
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6150
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28 días
Masa	2 559 g
Largo	24,44 cm
Ancho	13,41 cm
Alto	8,98 cm
Carga máxima	103,50 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	327,74 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	327,74 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	10 553,9 kg
Resistencia a la compresión	32,2 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
Ing. Adriana Y. Marín Díaz  
Reg. CIP. 262195  
ESPECIALISTA DE CONCRETO Y  
MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 Fecha: 11/11/2020 Versión: 04 Aprobación: GG Página: 01 de 01

Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

Proyecto (\*) : .....  
Ubicación (\*) : CAJAMARCA - CAJAMARCA .....  
Cliente : Karina Cruz ..... Código de cliente : LH-CCL-146 .....  
Informe No. : LH-A-INF-2022-2551 ..... Fecha de Informe : 23/12/2022 .....  
Condiciones ambientales: Temp. : 17,55 °C ..... HR: 63,71 % .....

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	5
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-5
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6151
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28 días
Masa	2 460 g
Largo	24,27 cm
Ancho	13,24 cm
Alto	8,81 cm
Carga máxima	104,60 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	321,33 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	321,33 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	10 666,1 kg
Resistencia a la compresión	33,2 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
*Ing. Adriana Y. Marín Díaz*  
Reg. CIP 262185  
ESPECIALISTA DE CONCRETO Y  
MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

**Proyecto (\*)** : .....

**Ubicación (\*)** : CAJAMARCA - CAJAMARCA .....

**Cliente** : Karina Cruz ..... **Código de cliente** : LH-CCL-146 .....

**Informe No.** : LH-A-INF-2022-2551 ..... **Fecha de Informe** : 23/12/2022 .....

**Condiciones ambientales:** **Temp.** : 17,55 °C ..... **HR:** 63,71 % .....

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	5
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-6
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6152
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28 días
Masa	2 502 g
Largo	24,29 cm
Ancho	13,28 cm
Alto	8,88 cm
Carga máxima	99,72 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	322,57 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	322,57 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	10 168,4 kg
Resistencia a la compresión	31,5 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
*Ing. Adriana Y. Marín Díaz*  
Reg. CIP 262195  
ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

Proyecto (\*) : .....  
 Ubicación (\*) : CAJAMARCA - CAJAMARCA .....  
 Cliente : Karina Cruz ..... Código de cliente : LH-CCL-146 .....  
 Informe No. : LH-A-INF-2022-2551 ..... Fecha de Informe : 23/12/2022 .....  
 Condiciones ambientales: Temp. : 17,55 °C ..... HR: 63,71 % .....

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	5
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-7
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6153
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28 días
Masa	2 735 g
Largo	24,38 cm
Ancho	13,44 cm
Alto	8,86 cm
Carga máxima	113,89 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	327,67 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	327,67 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	11 613,4 kg
Resistencia a la compresión	35,4 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
 Ing. Adriana Y. Marín Díaz  
 Reg. CIP. 262195  
 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y  
 MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

Proyecto (\*) : .....  
 Ubicación (\*) : CAJAMARCA - CAJAMARCA .....  
 Cliente : Karina Cruz ..... Código de cliente : LH-CCL-146 .....  
 Informe No. : LH-A-INF-2022-2551 ..... Fecha de Informe : 23/12/2022 .....  
 Condiciones ambientales: Temp. : 17,55 °C ..... HR: 63,71 % .....

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Muestra No.	5
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-8
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6154
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

DATOS DEL ENSAYO	
Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28 días
Masa	2 641 g
Largo	24,26 cm
Ancho	13,38 cm
Alto	8,77 cm
Carga máxima	107,77 kN

RESULTADOS	
Área bruta	324,60 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	324,60 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	10 989,3 kg
Resistencia a la compresión	33,9 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

*Adriana Y. Marín Díaz*  
 Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
 Ing. Adriana Y. Marín Díaz  
 Reg. CIP 282165  
 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y  
 MECÁNICA DE SUELOS



(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

**Proyecto (\*)** : .....

**Ubicación (\*)** : CAJAMARCA - CAJAMARCA .....

**Cliente** : Karina Cruz ..... **Código de cliente** : LH-CCL-146 .....

**Informe No.** : LH-A-INF-2022-2551 ..... **Fecha de Informe** : 23/12/2022 .....

**Condiciones ambientales:** **Temp.** : 17,55 °C ..... **HR:** 63,71 % .....

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	5
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-9
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6155
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28 días
Masa	2 390 g
Largo	24,25 cm
Ancho	13,40 cm
Alto	8,77 cm
Carga máxima	109,94 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	324,95 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	324,95 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	11 210,6 kg
Resistencia a la compresión	34,5 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
  
 Ing. Adriana Y. Marin Diaz  
 Reg. CIP 262195  
 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Código: LH-FOR-081 | Fecha: 11/11/2020 | Versión: 04 | Aprobación: GG | Página: 01 de 01

Tesis: "Determinación del aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietilén – tereftalato (PET) y cemento"

**Proyecto (\*)** : .....

**Ubicación (\*)** : CAJAMARCA - CAJAMARCA .....

**Cliente** : Karina Cruz ..... **Código de cliente** : LH-CCL-146 .....

**Informe No.** : LH-A-INF-2022-2551 ..... **Fecha de Informe** : 23/12/2022 .....

**Condiciones ambientales:** **Temp.** : 17,55 °C ..... **HR:** 63,71 % .....

**MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN, EN FRÍO DE LADRILLOS**

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Muestra No.	5
Fecha de Fabricación (*)	24/11/2022
Identificación cliente (*)	LADRILLO DE PET + CEMENTO M-10
Identificación Hurteco	LH-A-M-2022-6156
Resistencia de diseño (*)	-
Defectos en la muestra	-

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO**



**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha de Ensayo	22/12/2022
Edad de la muestra	28 días
Masa	2 552 g
Largo	24,21 cm
Ancho	13,34 cm
Alto	8,91 cm
Carga máxima	85,99 kN

**FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO**



**RESULTADOS**

Área bruta	322,96 cm <sup>2</sup>
Área de la sección	322,96 cm <sup>2</sup>
Carga de Rotura	8 768,4 kg
Resistencia a la compresión	27,2 kg/cm <sup>2</sup>

**REVISÓ Y APROBÓ**

HNOS. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.  
  
**Mg. Adriana Y. Marín Díaz**  
 Reg. CIP. 262165  
 ESPECIALISTA DE CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

(\*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

**APÉNDICE H: Resistencia a la compresión de unidades de albañilería – Laboratorio GUERSAN.**



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-002-05-21

FECHA:  
22/05/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 1		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	7 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	22/05/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (gr)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.23	13.11	9.93	291.44	3120.00						291.44	123.20	12563	43.11
M-2	22.31	13.25	9.51	295.61	3157.00						295.61	125.26	12773	43.21
M-3	22.22	13.18	9.63	292.86	3109.00						292.86	121.46	12386	42.29

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	42.87
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 50% Cemento, y relación a/c: 0.45  
Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-005-05-21

FECHA:  
23/05/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 2		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	7 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	23/05/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (gr)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.21	13.03	9.44	289.35	2993.00						289.35	137.57	14028	48.48
M-2	22.08	13.01	9.42	287.26	3066.00						287.26	140.73	14351	49.96
M-3	21.99	13.07	9.43	287.41	2973.00						287.41	104.78	10685	37.18

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	45.21
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 53% Polietilen - Tereftalato (PET) + 47% Cemento y relación a/c: 0.50

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-005-05-21

FECHA:  
23/05/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 3		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	7 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	23/05/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (gr)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.12	13.07	9.39	289.09	2952.00						289.09	111.15	11334	39.21
M-2	22.25	13.16	9.49	292.81	2966.00						292.81	110.87	11306	38.61
M-3	22.31	13.16	9.53	293.60	2994.00						293.60	95.60	9749	33.20

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	37.01
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento y relación a/c: 0.60

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-006-05-21

FECHA:  
30/05/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 1												
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA											<b>EDAD:</b>	14 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO												
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.										<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	30/05/2021	

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.34	13.23	9.97	295.56	3179.00						295.56	112.23	11444	38.72
M-2	22.38	13.25	9.91	296.54	3143.00						296.54	122.30	12471	42.06
M-3	22.28	13.19	9.68	293.87	3143.00						293.87	116.90	11921	40.56

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	40.45
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :**

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 50% Cemento, y relación a/c: 0.45

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-006-05-21

FECHA:  
31/05/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 2		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	14 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	31/05/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	Nº	L	b									h	kN	
M-1	22.36	13.20	9.27	295.15	2952.00						295.15	153.20	15622	52.93
M-2	22.24	13.17	9.36	292.90	2966.00						292.90	97.38	9930	33.90
M-3	22.26	13.24	9.44	294.72	2994.00						294.72	137.47	14018	47.56

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	44.80
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 53% Polietilen - Tereftalato (PET) + 47% Cemento, y relación a/c: 0.50  
Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-006-05-21

FECHA:  
31/05/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 3		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	14 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	31/05/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.43	13.25	9.54	297.20	3153.00						297.20	153.05	15607	52.51
M-2	22.77	13.33	9.74	303.52	3019.00						303.52	120.16	12253	40.37
M-3	22.38	13.29	9.72	297.43	3037.00						297.43	110.69	11287	37.95

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	43.61
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento, y relación a/c: 0.60  
Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-002-06-21

FECHA:  
12/06/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 1		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	28 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/06/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.19	13.16	9.56	292.02	3073.00						292.02	153.96	15700	53.76
M-2	22.35	13.06	9.55	291.89	3066.00						291.89	161.84	16503	56.54
M-3	22.23	13.24	9.60	294.33	3111.00						294.33	145.00	14786	50.24

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	53.51
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 50% Cemento y relación a/c: 0.45  
Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-003-06-21

FECHA:  
14/06/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 2		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	28 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	14/06/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.26	13.04	9.33	290.27	3002.00						290.27	83.23	8487	29.24
M-2	22.09	13.11	9.60	289.60	3081.00						289.60	111.48	11368	39.25
M-3	22.24	13.06	9.35	290.45	3010.00						290.45	153.44	15647	53.87

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	40.79
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 53% Polietilen - Tereftalato (PET) + 47% Cemento y relación a/c: 0.50  
Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-003-06-21

FECHA:  
14/06/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - TIPO 3		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	28 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	14/06/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.16	13.19	9.49	292.29	2985.00						292.29	116.79	11909	40.74
M-2	22.19	13.14	9.51	291.58	2980.00						291.58	137.26	13997	48.00
M-3	22.32	13.18	9.38	294.18	2964.00						294.18	113.13	11536	39.21

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	42.65
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :**

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento y relación a/c: 0.60

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-005-09-21

FECHA:  
25/09/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO												
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA											<b>EDAD:</b>	31 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO												
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.										<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25/09/2021	

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	22.24	13.13	9.67	292.01	3109.00						292.01	105.65	10773	36.89

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	36.89
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento y 1% de Aditivo *SIKAMENT 306* (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50

Y las dimensiones del molde donde se elaboró el espécimen son: 22 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-005-09-21

FECHA:  
25/09/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	30 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25/09/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-2	24.19	13.22	9.74	319.79	3429.00						319.79	148.70	15163	47.42
M-3	24.29	13.11	9.52	318.44	3338.00						318.44	132.13	13474	42.31

<b>RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	44.87
---	-------

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :** Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento y 1% de Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 24 cm x 13 cm x 9 cm

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO - CUBO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	30 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25/09/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
CUBO M1	10.18	10.22	10.23	104.05							104.05	9.38	956	9.19
CUBO M2	10.25	10.20	10.24	104.55							104.55	9.33	951	9.10
CUBO M3	10.15	10.18	10.21	103.33							103.33	11.12	1134	10.97
CUBO M5	10.21	10.23	10.22	104.45							104.45	11.34	1156	11.07
CUBO M6	10.19	9.99	10.23	101.80							101.80	9.79	998	9.81

Las muestras de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las muestras ensayadas son:

- OBSERVACIONES:**
- CUBO M1:** 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento y 1% de Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50
  - CUBO M2:** 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento y 1.5% de Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50
  - CUBO M3:** 58% Polietilen - Tereftalato (PET) + 42% Cemento y 1% de Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50
  - CUBO M5:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 27% Cemento + 22% Agua + 1% Celulosa (hecho de papel periódico)
  - CUBO M6:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 23% Cemento + 23% Agua + 4% Celulosa (hecho de papel periódico)

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboró el espécimen fue: 10 cm x 10 cm x 10 cm

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	28 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	04/11/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia Máxima fb (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	b	h									Vacíos	kN	
M-1	24.41	13.26	10.04	323.68	2978.00						323.68	66.38	6769	20.91
M-2	24.46	13.41	10.13	327.94	2968.00						327.94	48.19	4914	14.98
M-3	24.31	13.43	10.06	326.40	2986.00						326.40	60.33	6152	18.85
M-4	24.38	13.40	10.16	326.56	3073.00						326.56	64.02	6528	19.99
M-5	22.33	13.50	10.06	301.40	2663.00						301.40	49.75	5073	16.83
M-6	24.18	13.35	10.39	322.65	2876.00						322.65	48.02	4897	15.18

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son:

**OBSERVACIONES :**

- M-1:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 27% Cemento + 22% Agua + 1% Celulosa (periódico)
- M-2:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 27% Cemento + 22% Agua + 1% Celulosa (periódico) y cola sintética
- M-3:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 27% Cemento + 22% Agua + 1% Celulosa (contenedor de huevos)
- M-4:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 27% Cemento + 22% Agua + 1% Celulosa (contenedor de huevos) y cola sintética
- M-5:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 27% Cemento + 22% Agua + 1% Celulosa (periódico) y cola sintética
- M-6:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 27% Cemento y yeso + 22% Agua + 1% Celulosa (contenedor de huevos) y cola sintética

Las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes **M-1, M-2, M-3, M-4 y M-6**, son : 24 cm x 13 cm x 10 cm  
Las dimensiones del molde donde se elaboró el espécimen **M-5**, son : 22 cm x 13 cm x 10 cm

## Anexo: Panel Fotográfico





**FOTOGRAFÍA N°7.** Ensayo de compresión uniaxial de la UNIDAD DE ALBAÑILERÍA M-4 [N° DE TESTIGO: 4]



**FOTOGRAFÍA N°8.** Ensayo de compresión uniaxial de la UNIDAD DE ALBAÑILERÍA M-4 [N° DE TESTIGO: 4]



**FOTOGRAFÍA N°9.** Ensayo de compresión uniaxial de la UNIDAD DE ALBAÑILERÍA M-5 [N° DE TESTIGO: 5]



**FOTOGRAFÍA N°10.** Ensayo de compresión uniaxial de la UNIDAD DE ALBAÑILERÍA M-5 [N° DE TESTIGO: 5]

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO												
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA											EDAD:	29 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO												
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.										<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	13/12/2021	

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia Máxima fb (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	b	h									Vacíos	kN	
M-1	22.40	13.33	9.86	298.59	3230.00						298.59	117.70	12002	40.20
M-2	22.50	13.24	10.58	297.90	3528.00						297.90	119.50	12186	40.91
M-3	22.20	13.09	10.46	290.60	3062.00						290.60	77.05	7857	27.04
M-4	21.80	13.05	10.26	284.49	3199.00						284.49	80.52	8211	28.86
M-5	22.10	13.15	9.85	290.62	3086.00						290.62	74.13	7559	26.01
M-6	22.20	13.01	10.34	288.82	3259.00						288.82	94.40	9626	33.33

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismas, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**OBSERVACIONES :** De acuerdo con el solicitante, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son:

**M-1:** 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50

**M-2:** 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento + 1% Celulosa (periódico) y cola sintética. Relación a/c: 0.50

**M-3:** 60% Polietilen - Tereftalato (PET) + 40% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50

**M-4:** 60% Polietilen - Tereftalato (PET) + 40% Cemento + 1% Celulosa (periódico). Relación a/c: 0.50

**M-5:** 57% Polietilen - Tereftalato (PET) + 43% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.50

**M-6:** 57% Polietilen - Tereftalato (PET) + 43% Cemento + 1% Celulosa (periódico). Relación a/c: 0.50

Las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes (apisonando manualmente), son : 22 cm x 13 cm x 10 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-003-12-21

FECHA:  
22/12/2021

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	29 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	22/12/2021

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-7	23.18	13.60	9.58	315.25	3490.00						315.25	108.70	11084	35.16
M-8	23.13	13.19	9.79	305.08	2989.00						305.08	74.23	7569	24.81

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**OBSERVACIONES :** De acuerdo con el solicitante, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son:  
**M-7:** 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.30  
**M-8:** 60% Polietilen - Tereftalato (PET) + 40% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.30

Asimismo, las unidades de albañilería fueron realizadas en mesa vibradora con molde con botadora y en la tapa; cuña de 1 cm (profundidad). Por otro lado, para mezclar el aditivo con el cemento se usó una batidora eléctrica. Y las dimensiones del molde con botadora son: 23 cm x 13 cm x 9 cm

	<b>"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"</b>											GI-UA-002-02-22			
												FECHA: 17/02/2022			
<b>CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>															
<b>MATERIAL:</b>		POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO													
<b>UBICACIÓN:</b>		DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA										<b>EDAD:</b>		28 días	
<b>SOLICITA:</b>		KARINA CRUZ DEL CASTILLO													
<b>NORMA TÉCNICA:</b>		N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.									<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		17/02/2022		
UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia	
	N°	L	b									h	kN		kg
M-1	23.44	13.50	9.55	316.44	3741.00						316.44	108.07	11020	34.83	
M-2	23.19	13.48	9.89	312.60	3409.00						312.60	106.45	10855	34.72	
M-3	23.40	13.69	9.51	320.35	3434.00						320.35	79.57	8114	25.33	

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son:

- OBSERVACIONES :** **M-1:** 55% Polietilen - Tereftalato (PET) + 45% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.30  
**M-2:** 57% Polietilen - Tereftalato (PET) + 43% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.30  
**M-3:** 60% Polietilen - Tereftalato (PET) + 40% Cemento + 1% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento). Relación a/c: 0.30

Asimismo, las unidades de albañilería fueron realizadas en mesa vibradora con molde con botadora y con tapa (10 alveólos de 0.50 cm de diámetro). Por otro lado, para mezclar el aditivo con el cemento se usó una batidora eléctrica. Y las dimensiones del molde con botadora son: 23 cm x 13 cm x 9 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-001-05-22

FECHA:  
07/05/2022

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO													
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA											<b>EDAD:</b>	28 días	
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO													
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.										<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	07/05/2022		

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia Máxima fb (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	b	h									kN	kg	
M-1	24.00	13.00	9.30	312.00	2954.00						312.00	63.03	6427	20.60
M-2	24.30	13.20	9.70	320.76	3147.00						320.76	103.23	10527	32.82
M-3	24.20	12.90	9.80	312.18	2753.00						312.18	55.05	5614	17.98

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**OBSERVACIONES :** De acuerdo con el solicitante , la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son:

**M-1:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 22% Cemento + 25% Agua + 3% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento)

**M-2:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 24% Cemento + 24% Agua + 2% Celulosa (periódico) y fibra sintética

**M-3:** 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 23.5% Cemento + 23.5% Agua + 3% Aditivo SIKAMENT 306 (con respecto al peso del cemento)

Asimismo, las unidades de albañilería fueron realizadas mediante apisonado manual, en moldes con las siguientes dimensiones: 24

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	28 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	18/06/2022

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (g)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia Máxima fb (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	b	h									Vacíos	kN	
M-1	24.19	13.60	10.40	329.04	3308.50						329.04	107.93	11006	33.45
M-2	24.29	13.74	10.84	333.87	3799.00						333.87	99.82	10179	30.49
M-3	24.30	13.76	10.75	334.45	3935.00						334.45	163.43	16665	49.83
M-4	24.06	13.56	10.93	326.13	3784.50						326.13	140.28	14305	43.86
M-5	23.95	13.51	10.86	323.44	3576.50						323.44	164.57	16782	51.88
M-6	24.02	13.48	10.97	323.77	3764.50						323.77	135.59	13826	42.70

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

Las unidades de albañilería han sido *refrentadas* antes de los ensayos.

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son:

**OBSERVACIONES :**

- M-1:** 50.00% Polietilen - Tereftalato (PET) + 30.00% Cemento + 19.85% Agua + 0.15% fibras sintéticas
- M-2:** 50.00% Polietilen - Tereftalato (PET) + 30.00% Cemento + 19.70% Agua + 0.30% fibras sintéticas
- M-3:** 50.00% Polietilen - Tereftalato (PET) + 35.00% Cemento + 14.70% Agua + 0.30% fibras sintéticas
- M-4:** 45.00% Polietilen - Tereftalato (PET) + 31.50% Cemento + 21.50% Agua + 2.00% fibras sintéticas
- M-5:** 50.00% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37.00% Cemento + 12.70% Agua + 0.30% fibras sintéticas
- M-6:** 48.00% Polietilen - Tereftalato (PET) + 38.00% Cemento + 13.70% Agua + 0.30% fibras sintéticas

Asimismo, las unidades de albañilería fueron realizadas mediante apisonado manual, en moldes con las siguientes dimensiones: 24 cm x 13 cm x 10 cm



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-002-10-22

FECHA:  
10/10/2022

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO													
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA											<b>EDAD:</b>	28 días	
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO													
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.										<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	10/10/2022		

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (gr)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	24.07	13.13	9.40	316.04	2407.00						316.04	235.28	23992	75.91
M-2	24.36	13.20	9.25	321.55	2436.00						321.55	117.07	11938	37.13
M-3	24.29	13.21	9.31	320.87	2429.00						320.87	118.17	12050	37.55
M-4	24.49	13.50	9.35	330.62	2449.00						330.62	113.57	11581	35.03
M-5	24.06	13.20	9.32	317.59	2406.00						317.59	80.76	8235	25.93
M-6	24.11	13.20	9.69	318.25	2411.00						318.25	119.56	12192	38.31
M-7	24.36	13.11	9.50	319.36	2436.00						319.36	136.39	13908	43.55

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :**

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12.7% Agua + 0.3% Fibra sintética

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 24 cm x 13 cm x 9 cm

## **Anexo: Panel Fotográfico**





**FOTOGRAFÍA N°1.** Ensayo de compresión uniaxial de la **UNIDAD DE ALBAÑILERÍA M-1** [N° DE TESTIGO: 1].



**FOTOGRAFÍA N°2.** Rotura de la **UNIDAD DE ALBAÑILERÍA M-1**, después del ensayo de compresión uniaxial [N° DE TESTIGO: 1].



**"DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"**

GI-UA-003-10-22  
FECHA:  
12/10/2022

**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

<b>MATERIAL:</b>	POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	<b>EDAD:</b>	28 días
<b>SOLICITA:</b>	KARINA CRUZ DEL CASTILLO		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	N.T.P. 399.604 / N.T.P. 399.613.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/10/2022

UNIDAD	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso unidad de albañilería (gr)	Peso de la Arena en los huecos (g)	Densidad de la Arena (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen Total de huecos (cm <sup>3</sup> )	Área Total de huecos (cm <sup>2</sup> )	%	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura		Resistencia
	N°	L	b									h	kN	
M-1	24.12	12.94	9.37	312.11	2572.00						312.11	102.89	10492	33.62
M-2	24.09	13.15	9.32	316.78	2691.00						316.78	98.01	9994	31.55
M-3	24.05	12.91	9.16	310.49	2662.00						310.49	101.10	10309	33.20
M-4	24.07	13.06	9.22	314.35	2556.00						314.35	80.47	8206	26.10
M-5	24.10	12.97	9.32	312.58	2698.00						312.58	101.73	10374	33.19
M-11	24.16	13.14	9.18	317.46	2631.00						317.46	113.59	11583	36.49
M-12	24.18	13.05	9.41	315.55	2642.00						315.55	103.45	10549	33.43

Las unidades de albañilería de Polietilen - Tereftalato (PET) y Cemento, la procedencia de los mismos, fueron declarados y alcanzadas por KARINA CRUZ DEL CASTILLO, nuestra empresa no ha intervenido en el muestreo de las unidades de albañilería, por tanto, sólo es responsable por el resultado de los ensayos a compresión realizados en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES :**

**De acuerdo con el solicitante**, la proporción de materiales usados en la fabricación de las unidades de albañilería ensayadas son: 50% Polietilen - Tereftalato (PET) + 37% Cemento + 12.7% Agua + 0.3% Fibra sintética

Y las dimensiones de los moldes donde se elaboraron los especímenes son: 24 cm x 13 cm x 9 cm

**APÉNDICE I: Resistencia a la compresión de unidades de albañilería – Laboratorio KAOLYN.**



## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión: 5      Fecha de Revisión: 14-Feb-21      Código: KISAC-2021-F-163      Página 1 de 2

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	RESIST. PROM.	TIPO
			(días)	ROTURA					(Kg.)
1	MEZCLA 1	07/02/2021	7.00	14/02/2021	14618	315.90	46	46	-
2	MEZCLA 1	07/02/2021	7.00	14/02/2021	18514	320.76	58	58	-
3	MEZCLA 1	07/02/2021	7.00	14/02/2021	18871	322.53	59	59	-
4	MEZCLA 1	07/02/2021	7.00	14/02/2021	22709	322.53	70	70	-
5	MEZCLA 1	07/02/2021	7.00	14/02/2021	23078	322.53	72	72	-
6	MEZCLA 1	07/02/2021	7.00	14/02/2021	21928	322.53	68	68	-

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 1 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 50% CEMENTO MAS 50% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.





## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión	5	Fecha de Revisión:	14-Feb-21	Codigo:	KISAC-2021-F-164	Página 1 de 1
-----------------	---	--------------------	-----------	---------	------------------	---------------

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	TIPO
			(días)	ROTURA	(Kg.)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	ROTURA
1	MEZCLA 2	07/02/2021	7.00	14/02/2021	12835	315.90	41	-
2	MEZCLA 2	07/02/2021	7.00	14/02/2021	12613	317.67	40	-
3	MEZCLA 2	07/02/2021	7.00	14/02/2021	12391	319.44	39	-
4								-
5								-
6								-

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 2 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 47% CEMENTO MAS 53% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.





## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión	5	Fecha de Revisión:	14-Feb-21	Codigo:	KISAC-2021-F-165	Página 1 de 2
-----------------	---	--------------------	-----------	---------	------------------	---------------

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	TIPO
			(días)	ROTURA	(Kg.)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	ROTURA
1	MEZCLA 3	07/02/2021	7.00	14/02/2021	8736	326.43	27	-
2	MEZCLA 3	07/02/2021	7.00	14/02/2021	9278	322.08	29	-
3	MEZCLA 3	07/02/2021	7.00	14/02/2021	9517	320.76	30	-
4								-
5								-
6								-

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.  
 MEZCLA 3: LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 45% CEMENTO MAS 55% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).  
 Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.



  
 KAOLYN INGENIEROS SAC  
 ING. LILIAN ROCÍO VILLANUEVA-BAZARÁN  
 ESPECIALISTA DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 CIP- 316722



## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión: 5      Fecha de Revisión: 21-Feb-21      Código: KISAC-2021-F-166      Página 1 de 1

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	TIPO
			(días)	ROTURA				(Kg.)
1	MEZCLA 1	07/02/2021	14.00	21/02/2021	20429	318.95	64	-
2	MEZCLA 1	07/02/2021	14.00	21/02/2021	19888	320.04	62	-
3	MEZCLA 1	07/02/2021	14.00	21/02/2021	20669	321.54	64	-
4	MEZCLA 1	07/02/2021	14.00	21/02/2021	23007	318.95	72	-
5	MEZCLA 1	07/02/2021	14.00	21/02/2021	23236	318.95	73	-
6	MEZCLA 1	07/02/2021	14.00	21/02/2021	23078	321.54	72	-

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 1 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 50% CEMENTO MAS 50% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.





## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión

5

Fecha de Revisión:

21-Feb-21

Codigo:

KISAC-2021-F-167

Página 1 de 2

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	TIPO
			(días)	ROTURA	(Kg.)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	ROTURA
1	MEZCLA 2	07/02/2021	14.00	21/02/2021	13671	318.92	43	-
2	MEZCLA 2	07/02/2021	14.00	21/02/2021	12799	318.44	40	-
3	MEZCLA 2	07/02/2021	14.00	21/02/2021	13786	317.91	43	-
4								-
5								-
6								-

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 2 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 47% CEMENTO MAS 53% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.





## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión: 5      Fecha de Revisión: 21-Feb-21      Código: KISAC-2021-F-168      Página 1 de 1

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	TIPO
			(días)	ROTURA	(Kg.)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm2)	ROTURA
1	MEZCLA 3	07/02/2021	14.00	21/02/2021	13482	324.61	42	-
2	MEZCLA 3	07/02/2021	14.00	21/02/2021	11722	322.59	36	-
3	MEZCLA 3	07/02/2021	14.00	21/02/2021	13292	323.14	41	-
4								
5								
6								

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 3 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 45% CEMENTO MAS 55% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.





## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión: 5      Fecha de Revisión: 07-Mar-21      Código: KISAC-2021-F-169      Página 1 de 1

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

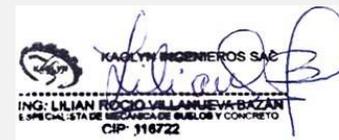
CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	TIPO
			(días)	ROTURA				(Kg.)
1	MEZCLA 1	07/02/2021	28.00	07/03/2021	23007	317.82	72	-
2	MEZCLA 1	07/02/2021	28.00	07/03/2021	23236	321.76	72	-
3	MEZCLA 1	07/02/2021	28.00	07/03/2021	23078	322.84	71	-
4								
5								
6	MOLDE 1	09/02/2021	28.00	09/03/2021	29210	312.00	94	-

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 1 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 50% CEMENTO MAS 50% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.





## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión

5

Fecha de Revisión:

07-Mar-21

Codigo:

KISAC-2021-F-170

Página 1 de 1

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CLIENTE : KARINA CRUZ DEL CASTILLO

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	RESIST. PROM.	TIPO
			(días)	ROTURA					(Kg.)
1	MEZCLA 2	07/02/2021	28.00	07/03/2021	16541	319.76	52	52	-
2	MEZCLA 2	07/02/2021	28.00	07/03/2021	15826	318.94	50	50	-
3	MEZCLA 2	07/02/2021	28.00	07/03/2021	17269	318.05	54	54	-
4									-
5									-
6									-

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 2 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 47% CEMENTO MAS 53% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.





## KAOLYN INGENIEROS SAC

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES

#### NORMA ASTM C - 39

Nro de Revisión	5	Fecha de Revisión:	07-Mar-21	Codigo:	KISAC-2021-F-171	Página 1 de 1
-----------------	---	--------------------	-----------	---------	------------------	---------------

TESIS: "DETERMINACION DEL AISLAMIENTO TERMICO Y PROPIEDADES MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA FABRICADAS CON POLIETILEN - TEREFTALATO (PET) Y CEMENTO"

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

SOLICITANTE: KARINA CRUZ DEL CASTILLO

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD	FECHA DE	CARGA	AREA	RESIST.	TIPO
			(días)	ROTURA	(Kg.)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm2)	ROTURA
1	MEZCLA 3	07/02/2021	28.00	07/03/2021	15107	322.09	47	-
2	MEZCLA 3	07/02/2021	28.00	07/03/2021	14481	323.23	45	-
3	MEZCLA 3	07/02/2021	28.00	07/03/2021	15125	324.19	47	-
4								
5								
6								

**OBSERVACION:** Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el cliente.

MEZCLA 3 : LOS LADRILLOS DE PET MAS CEMENTO TIENE LA PROPORCIÓN 45% CEMENTO MAS 55% PET (POLIETILEN-TEREFTALATO).

Las dimensiones del molde metálico usado son 24cm x 13 cm x 9cm.



**APÉNDICE J: Ensayos de conductividad térmica – Laboratorio de Física de la Universidad Nacional de Ingeniería.**



### REPORTE DE ANALISIS Y DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA DE TRES MUESTRAS DE LADRILLO DE ARCILLA

Rímac 05 de enero del 2023

El presente reporte presenta los resultados obtenidos para determinar la conductividad térmica de un ladrillo de arcilla, para el Trabajo de Tesis de Maestría de Karina Cruz Del Castillo titulado: "Determinación de aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietileno-Tereftalato (PET) y cemento"

El sistema C-THERM TCI mide la conductividad térmica ( $k$ , [W/mK]) y la efusividad de los materiales de forma directa. El equipo utiliza un sensor de reflectancia del calor de un sólido conectado a una interface, que aplica una fuente de calor constante y momentánea a la muestra.

El sistema se compone de un sensor, la electrónica de control y el software de computadora. Procedimiento de medición adaptado a partir de la norma ASTM D7984,

*Tabla 1: Mediciones obtenidas de la muestra 1 de Ladrillo de Arcilla durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de  $27.9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$*

# Ensayo	Effusivity ( $\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$ )	k (W/mK)
1	374.265	0.162
2	368.500	0.159
3	365.474	0.158
4	359.570	0.156
5	358.924	0.156
6	358.273	0.156
7	355.459	0.154
8	353.859	0.154
9	350.903	0.153
10	351.727	0.153
11	347.146	0.151
12	347.768	0.152
13	348.964	0.152
14	344.161	0.150
15	343.732	0.150



Tabla 2: Resultados de las pruebas realizadas a la Muestra 1 de Ladrillo de Arcilla.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
355.248 ± 8.996	0.154 ± 0.003

Tabla 3: Mediciones obtenidas de la muestra 2 de Ladrillo de Arcilla durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de 27.9 °C ± 0.5 °C

# Ensayo	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
1	657.214	0.276
2	594.701	0.249
3	586.423	0.246
4	583.764	0.245
5	574.842	0.241
6	572.476	0.240
7	575.193	0.241
8	565.539	0.237
9	564.530	0.237
10	559.344	0.235
11	556.728	0.234
12	555.356	0.233
13	552.095	0.232
14	553.445	0.232
15	551.682	0.232

Tabla 4: Resultados de las pruebas realizadas a la muestra 2 de Ladrillo de Arcilla.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
566.219 ± 14.435	0.238 ± 0.006

Tabla 5: Mediciones obtenidas de la muestra 3 de Ladrillo de Arcilla durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de 27.9 °C ± 0.5 °C

# Ensayo	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
1	442.815	0.188
2	426.924	0.182
3	422.799	0.180
4	422.554	0.180
5	417.025	0.178



6	419.968	0.179
7	412.475	0.176
8	410.923	0.176
9	409.335	0.175
10	406.669	0.174
11	406.381	0.174
12	404.273	0.173
13	400.585	0.172
14	400.978	0.172
15	410.224	0.175

Tabla 6: Resultados de las pruebas realizadas a la muestra 3 de Ladrillo de Arcilla.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
411.267 ± 8.918	0.176 ± 0.003

Consolidando los resultados para el caso de la muestra de Ladrillo de Arcilla, tenemos

	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
M1	355.248	0.154
M2	566.219	0.238
M3	411.267	0.176
	444.245 ± 109.283	0.189 ± 0.043

El valor promedio obtenido para el caso de la muestra de ladrillo de arcilla, se encuentra dentro del rango esperado para este tipo de muestra, considerando que la muestra es irregular y cuya superficie presenta porosidad y una limitada compactación, lo que restringía el contacto que debe establecerse entre el sensor y muestra.

Foto A.- Foto del proceso de medición para el caso del ladrillo de arcilla.




Dr. José Carlos Díaz Rosado  
 Docente Escuela Ing Física  
 Departamento Académico de Ingeniería Física  
 Facultad de Ciencias



### REPORTE DE ANALISIS Y DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA DE TRES MUESTRAS DE LADRILLO DE CEMENTO + PET

Rímac 05 de enero del 2023

El presente reporte presenta los resultados obtenidos para determinar la conductividad térmica de un ladrillo de cemento+PET, para el Trabajo de Tesis de Maestría de Karina Cruz Del Castillo titulado: "Determinación de aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietileno-Tereftalato (PET) y cemento"

El sistema C-THERM TCI mide la conductividad térmica ( $k$ , [W/mK]) y la efusividad de los materiales de forma directa. El equipo utiliza un sensor de reflectancia del calor de un sólido conectado a una interface, que aplica una fuente de calor constante y momentánea a la muestra.

El sistema se compone de un sensor, la electrónica de control y el software de computadora. Procedimiento de medición adaptado a partir de la norma ASTM D7984,

*Tabla 1: Mediciones obtenidas de la muestra 1 de Ladrillo de Cemento +PET durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de  $27.9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$*

# Ensayo	Effusivity ( $\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$ )	k (W/mK)
1	577.694	0.242
2	583.909	0.245
3	584.918	0.245
4	586.138	0.246
5	576.814	0.242
6	578.320	0.243
7	584.897	0.245
8	577.877	0.242
9	575.539	0.242
10	575.008	0.241
11	578.674	0.243
12	578.725	0.243
13	577.746	0.242
14	579.658	0.243
15	576.883	0.242



Tabla 2: Resultados de las pruebas realizadas para la muestra 1 de Ladrillo de Cemento +PET.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
579.520 ± 3.621	0.243 ± 0.002

Tabla 3: Mediciones obtenidas de la muestra 2 de Ladrillo de Cemento +PET durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de 27.9 °C ± 0.5 °C

# Ensayo	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
1	693.523	0.292
2	698.474	0.294
3	696.252	0.293
4	693.493	0.292
5	694.776	0.292
6	686.839	0.289
7	696.520	0.293
8	697.127	0.293
9	693.506	0.292
10	694.856	0.292
11	694.978	0.292
12	694.250	0.292
13	690.198	0.290
14	683.372	0.287
15	688.376	0.289

Tabla 4: Resultados de las pruebas realizadas para la muestra 2 de Ladrillo de Cemento +PET.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
693.103 ± 4.162	0.291 ± 0.002

Tabla 5: Mediciones obtenidas de la muestra 3 de Ladrillo de Cemento +PET durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de 27.9 °C ± 0.5 °C

# Ensayo	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
1	358.094	0.155
2	356.152	0.155
3	351.978	0.153
4	347.944	0.152
5	348.123	0.152
6	345.466	0.151
7	343.495	0.150



8	343.138	0.150
9	341.446	0.149
10	345.943	0.151
11	343.110	0.150
12	342.406	0.150
13	344.802	0.150
14	340.976	0.149
15	341.251	0.149

Tabla 6: Resultados de las pruebas realizadas a la muestra 3 de Ladrillo de Cemento +PET.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
346.288 ± 5.333	0.151 ± 0.002

Consolidando los resultados para el caso de la muestra de Ladrillo de Cemento+PET, tenemos

	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
P1	579.520	0.243
P2	693.103	0.291
P3	346.288	0.151
	539.637 ± 176.813	0.228 ± 0.071

El valor promedio obtenido para el caso de la muestra de ladrillo de cemento+PET, presenta una dispersión importante entre muestras de características similares, sin embargo, las muestras no son compactas inclusive con desprendimientos de material, alta porosidad que limita el contacto con el sensor, pero a pesar de ello se puede promediar el valor y considerarlo característico para esa muestra.

Foto A.- Foto del proceso de medición para el caso del ladrillo de Cemento + PET




Dr. José Carlos Díaz Rosado  
 Docente Escuela Ing Física  
 Departamento Académico de Ingeniería Física  
 Facultad de Ciencias



### REPORTE DE ANALISIS Y DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA DE TRES MUESTRAS DE LADRILLO DE CONCRETO

Rímac 05 de enero del 2023

El presente reporte presenta los resultados obtenidos para determinar la conductividad térmica de un ladrillo de concreto, para el Trabajo de Tesis de Maestría de Karina Cruz Del Castillo titulado: "Determinación de aislamiento térmico y propiedades mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas con Polietileno-Tereftalato (PET) y cemento"

El sistema C-THERM TCI mide la conductividad térmica ( $k$ , [W/mK]) y la efusividad de los materiales de forma directa. El equipo utiliza un sensor de reflectancia del calor de un sólido conectado a una interface, que aplica una fuente de calor constante y momentánea a la muestra.

El sistema se compone de un sensor, la electrónica de control y el software de computadora. Procedimiento de medición adaptado a partir de la norma ASTM D7984,

*Tabla 1: Mediciones obtenidas de la muestra 1 de Ladrillo de Concreto durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de  $27.9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$*

# Ensayo	Effusivity ( $\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$ )	$k$ (W/mK)
1	1041.742	0.456
2	1046.359	0.459
3	1043.392	0.457
4	1054.118	0.463
5	1064.519	0.468
6	1064.278	0.468
7	1038.864	0.455
8	1034.564	0.453
9	1038.555	0.455
10	1026.656	0.449
11	1023.347	0.447
12	1031.408	0.451
13	1012.611	0.442
14	1016.418	0.443
15	1012.695	0.442

Tabla 2: Resultados de las pruebas realizadas para la muestra 1 de ladrillo de concreto.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
1036.635 ± 16.666	0.453 ± 0.008

Tabla 3: Mediciones obtenidas de la muestra 2 de Ladrillo de Concreto durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de 27.9 °C ± 0.5 °C

# Ensayo	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
1	970.076	0.420
2	966.656	0.419
3	955.020	0.413
4	958.556	0.415
5	939.900	0.405
6	938.225	0.405
7	937.214	0.404
8	938.184	0.405
9	933.371	0.402
10	927.300	0.399
11	910.131	0.391
12	910.795	0.391
13	908.650	0.390
14	913.161	0.392
15	900.903	0.387

Tabla 4: Resultados de las pruebas realizadas para la muestra 2 de Ladrillo de Concreto.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
933.876 ± 22.069	0.403 ± 0.011

Tabla 5: Mediciones obtenidas de la muestra 3 de Ladrillo de Concreto durante el proceso de medición realizadas a una temperatura de 27.9 °C ± 0.5 °C

# Ensayo	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
1	735.210	0.310
2	732.967	0.309
3	720.260	0.303
4	720.999	0.304
5	715.630	0.301



6	702.651	0.296
7	698.504	0.294
8	694.091	0.292
9	758.146	0.320
10	700.372	0.295
11	697.459	0.293
12	688.970	0.290
13	682.842	0.287
14	676.859	0.284
15	681.595	0.286

Tabla 6: Resultados de las pruebas realizadas a la muestra 3 de Ladrillo de Concreto.

Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
707.104 ± 22.971	0.298 ± 0.010

Consolidando los resultados para el caso de la muestra de Ladrillo de Concreto, tenemos

	Effusivity (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	k (W/mK)
C1	1036.635	0.453
C2	933.876	0.403
C3	707.104	0.298
	892.538 ± 168.609	0.384 ± 0.079

El valor promedio obtenido para el caso de la muestra de ladrillo de concreto, a pesar de su dispersión entre muestras de las mismas características, presenta un valor promedio que se encuentra dentro del rango esperado para este tipo de muestra, toda vez que esta muestra es porosa e irregular razón por la que la dispersión es elevada, y limita el contacto que debe establecerse entre el sensor y muestra.

Foto A.- Foto del proceso de medición para el caso del ladrillo de concreto



Dr. José Carlos Díaz Rosado  
Docente Escuela Ing Física  
Departamento Académico de Ingeniería Física  
Facultad de Ciencias

# ANEXOS

## ANEXO A: Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

**Fuente:** Tomado de Reglamento Nacional de Edificaciones, E.070:2006.

## ANEXO B: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería.

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal*	No	Si, hasta 2 pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta dos pisos

\* Las limitaciones que se indica establecen condiciones mínimas que se pueden aceptar con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un Ingeniero Civil.

**Fuente:** Tomado de Reglamento Nacional de Edificaciones, E.070:2006.

## ANEXO C: Conductividad térmica de algunos materiales.

Conductividades térmicas de algunos materiales a temperatura ambiente	
Material	k W/m. °C
Diamante	2300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80.2
Mercurio (l)	8.54
Vidrio	0.78
Ladrillo	0.72
Agua (l)	0.607
Piel Humana	0.37
Madera (roble)	0.17
Helio (g)	0.152
Caucho suave	0.13
Fibra de vidrio	0.043
Aire (g)	0.026
Uretano, espuma rígida	0.026

Fuente: Peña y Román (2018)

## ANEXO D: Especificaciones del TCi de C-Therm:

Rango de Conductividad Térmica	0 a 100 W/Mk
Tiempo de Prueba	0.8 a 5 segundos
Tamaño Mínimo de Muestra a Probar	17mm (0.67") de diámetro
Tamaño Máximo de Muestra a Probar	bar Ilimitado
Grosor o Espesor Mínimo	Nominalmente 0.02" (0.5mm), dependiendo de la conductividad térmica del material
Grosor o Espesor Máximo	Ilimitado
Rango de Temperatura	-50° a 200°C (-58° a 392°F)
Precisión	Mejor que 1%
Exactitud	Mejor que 5%
Conexiones Extras Requeridas	Ninguna
Software	Software intuitivo en base Windows® Fácil de exportar a Microsoft Excel® Funciones adicionales ofrecen mediciones indirectas con entradas del usuario para muchas otras propiedades termo-físicas, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Difusividad Térmica</li> <li>• Capacidad Calorífica Cp</li> <li>• Densidad</li> </ul>
Alimentación Eléctrica	110-230 VAC 50-60 Hz
Certificaciones	FCC, CE, CSA
Estándares Internacionales	De acuerdo a ASTM D7984

Fuente: [https://ctherm.com/files/C-Therm\\_Spanish\\_Brochure.pdf](https://ctherm.com/files/C-Therm_Spanish_Brochure.pdf)

## ANEXO E: Zonificación Bioclimática del Perú.

Zona bioclimática	Definición climática
1	Desértico costero
2	Desértico
3	Interandino bajo
4	Mesoandino
5	Altoandino
6	Nevado
7	Ceja de Montaña
8	Subtropical húmedo
9	Tropical húmedo

Fuente: Norma EM. 110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética.

## ANEXO F: Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>K.

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U <sub>muro</sub> )	Transmitancia térmica máxima del techo (U <sub>techo</sub> )	Transmitancia térmica máxima del piso (U <sub>piso</sub> )
1. Desértico costero	2.36	2.21	2.63
2. Desértico	3.20	2.20	2.63
3. Interandino bajo	2.36	2.21	2.63
4. Mesoandino	2.36	2.21	2.63
5. Altoandino	1.00	0.83	3.26
6. Nevado	0.99	0.80	3.26
7. Ceja de Montaña	2.36	2.20	2.63
8. Subtropical húmedo	3.60	2.20	2.63
9. Tropical húmedo	3.60	2.20	2.63

**Fuente:** Norma EM. 110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética

## ANEXO G: Datos técnicos del Polietilen - Tereftalato.

DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO - TEREFTALATO (PET)		
PROPIEDADES MECÁNICAS		
Peso específico	134	g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción	825	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión	1450	kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (tracción)	28550	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al desgaste por roce	MUY BUENA	
Absorción de humedad	0.25	%
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	Baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	175	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	0.00008	mm por °C
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	
Comportamiento al quemado	Gotea	

**Fuente:** Datos técnicos del Polietilen - tereftalato Fuente: (Sedano, 2019-Plásticos Mecanizables).

## ANEXO H: Clasificación de fibras.

Nombre	Descripción	Propiedades
<b>Microfibras</b>	Las microfibras son hilos de 19 mm de longitud que pueden ser monofilamentos o fibrilados fabricados a base de polipropileno con diámetros entre 0.023 mm a 0.050 mm.	Control y mitigación de la fisuración por contracción plástica, reduce la segregación, el asentamiento plástico y la exudación del concreto.
<b>Macrofibras</b>	Son hilos sintéticos estructurales, mezcla de polipropileno / polietileno, monofilamento con una longitud de 50mm	Se auto fibrilan cuando se incorporan en la mezcla de concreto, utilizadas exitosamente para reemplazar la malla electrosoldada tiene un reforzamiento tridimensional con incremento de la tenacidad a la flexión, la resistencia a la abrasión y al impacto. También ayuda a reducir la formación de fisuras por retracción plástica en el concreto.

Fuente: Fichas técnicas de Microfibras (Fiber Strand 150) y Macrofibras (Tuf Strand SF) Toxement S.A.

## ANEXO I: Certificado de calidad de Laboratorios.

### LABORATORIO HURTECO

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## HERMANOS URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.

**Laboratorio de Ensayo**

En su sede ubicada en: Jr. La Mar 224, Psj. El Porongo – Mz. C Lote. 22 Cas. Armando Revoredo Iglesias – Los Baños del Inca, distrito de Cajamarca, provincia y departamento de Cajamarca.

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 11 de diciembre de 2021  
Fecha de Vencimiento: 10 de diciembre de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU  
20600283215 soft  
Fecha: 2021-12-13 10:23:28  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 750-2021-INACAL/DA  
Contrato N° : N° 081-2021/INACAL-DA  
Registro N° : LE-126

Fecha de emisión: 13 de diciembre de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

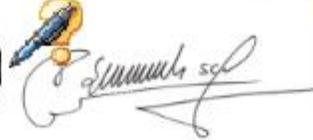
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SMF - 061 - 2023**

<b>Expediente</b>	<b>23-0094</b>	<p style="text-align: right; font-size: small;">Página 1 de 3</p> <p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS &amp; METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>1. Solicitante</b>	<b>GUERSAN INGENIEROS S.R.L.</b>	
<b>2. Dirección</b>	Pj. Diego Ferre N° 295 Barrio San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA	
<b>3. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 kN	
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	STYE-2000	
<b>Número de Serie</b>	2212104	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	NO INDICA	
<b>Modelo</b>	LM-02	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,01 / 0,1 kN (*)	
<b>Ubicación</b>	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
<b>4. Fecha de Calibración</b>	2023-07-30	
<b>5. Fecha de Emisión</b>	2023-08-08	

Sello



Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por  
**ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ**  
Fecha: 2023.08.10 10:33:41  
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SMF - 061 - 2023**

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
Pj. Diego Ferre N° 295 Barrio San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	19,6 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	55 % HR	55 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2022-187747	Celda de carga calibrado a 150 tn con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-065-23A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SMF - 061 - 2023**

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_4$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,00	100,27	100,46	100,42	100,38
20	200,00	200,56	200,42	200,64	200,54
30	300,00	300,85	300,56	300,63	300,75
40	400,00	400,89	400,98	400,84	400,91
50	500,00	501,30	501,01	501,18	501,16
60	600,00	600,81	600,98	600,88	600,89
70	700,00	700,96	701,11	700,86	700,96
80	800,00	800,64	800,68	800,89	800,74
90	900,00	900,49	900,40	900,68	900,52
100	1000,00	1000,66	1000,45	1000,96	1000,69
Retorno a Cero		0,00	0,00	0,00	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
100,00	-0,38	0,18	---	0,01	0,26
200,00	-0,27	0,11	---	0,01	0,26
300,00	-0,25	0,10	---	0,00	0,26
400,00	-0,23	0,03	---	0,00	0,26
500,00	-0,23	0,06	---	0,00	0,26
600,00	-0,15	0,03	---	0,00	0,26
700,00	-0,14	0,04	---	0,00	0,26
800,00	-0,09	0,03	---	0,00	0,26
900,00	-0,06	0,03	---	0,00	0,26
1000,00	-0,07	0,05	---	0,00	0,26

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $t_0$ )	0,00 %
---	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.