



**Universidad Científica del Perú - UCP**

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

## **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

### **REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLOGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023**

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

**AUTORES:**

**BACH. DAVIE LARRY DIAZ ALVIS**

**BACH. VICTOR RAFAEL CHUCYA CHANCHARI**

**ASESOR:**

**ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M. SC.**

**CO – ASESOR:**

**ING. LUCIO MARTIN RODRÍGUEZ GÓMEZ.**

**IQUITOS– PERÚ**

**2025**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 638-2023-UCP-FCEI, del 31 de agosto del 2023, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 580-2025-UCP-FCEI, del 03 de junio del 2025, se autorizó la sustentación.

Siendo las 10:00 a.m. del día 05 de junio del 2025, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLOGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023"**.

### Presentado por:

VICTOR RAFAEL CHUCYA CHANCHARI  
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

DAVIE LARRY DIAZ ALVIS  
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Asesor:** Ing. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M. Sc

**CoAsesor:** Ing. LUCIO MARTIN RODRÍGUEZ GÓMEZ

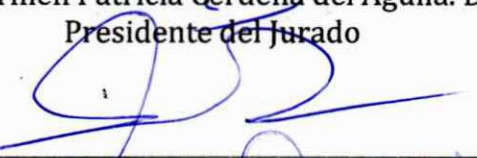
Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

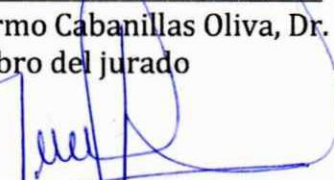
La sustentación es: Aprobada por unanimidad.

A las 11:40 horas culminó el acto público.

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.

  
Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra.  
Presidente del jurado

  
Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.  
Miembro del jurado

  
Ing. Félix Wong Ramirez, M. Sc.  
Miembro del jurado

*“Año de la recuperación y consolidación de la económica peruana”*

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**

El presidente del Comité de Ética e Integridad Científica

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION  
DE LADRILLO ECOLOGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR,  
LORETO 2023”**

De los alumnos: **DAVIE LARRY DIAZ ALVIS Y VICTOR RAFAEL CHUCYA  
CHANCHARI**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente  
la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **13% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que  
estime conveniente.

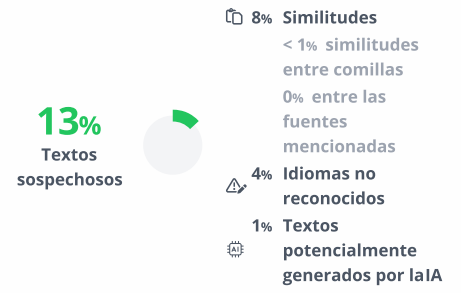
San Juan, 03 de abril del 2025.



---

**Presidente del Comité de Ética e  
Integridad Científica  
Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores**

# UCP\_IngenieriaCivil\_2025\_TesisVictor\_Chucya\_Davie\_Diaz\_V1



**Nombre del documento:** UCP\_IngenieriaCivil\_2025\_TesisVictor\_Chucya\_Davie\_Diaz\_V1.pdf  
**ID del documento:** c53c701c0dec1c8cb966b467c20caa0540c6bd7b  
**Tamaño del documento original:** 13,86 MB  
**Autores:** []

**Depositante:** Chris Angela Ramirez Flores  
**Fecha de depósito:** 3/4/2025  
**Tipo de carga:** interface  
**fecha de fin de análisis:** 3/4/2025

**Número de palabras:** 6779  
**Número de caracteres:** 45.909

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>hdl.handle.net</b>   Valorización de residuos sólidos inorgánicos para su aprovecha http://hdl.handle.net/20.500.14503/1658 1 fuente similar	5%		Palabras idénticas: 5% (374 palabras)
2	<b>repositorio.ucp.edu.pe</b> http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/699/GARZA_QUIESPE_TESIS_TITULO_201... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (53 palabras)
3	<b>1library.co</b>   Ladrillo ecológico - Bases Teóricas - MARCO TEÓRICO https://1library.co/es/article/ladrillo-ecológico-bases-teóricas-marco-teórico.1241629 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (59 palabras)
4	<b>hdl.handle.net</b>   Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrill http://hdl.handle.net/20.500.14503/1842	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
5	<b>apirepositorio.unu.edu.pe</b> https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3d6373f1-1d21-41c5-a6b4-b88c... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

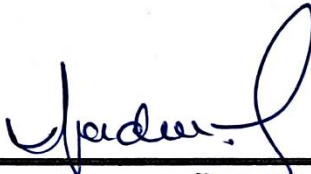
### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>hdl.handle.net</b>   Dise?o de una vivienda unifamiliar utilizando pl?stico reciclado.. https://hdl.handle.net/20.500.14138/4788	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	<b>repositorio.upsc.edu.pe</b>   Elaboración de ladrillos ecológicos con plástico pet y p. http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/848	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
3	<b>repository.usta.edu.co</b> https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14462/2018dianacastillo.pdf?sequence=... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
4	<b>Documento de otro usuario</b> #ae154a El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27938/Norma-E-070-MV-2006.pdf?se...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)

# **HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**

**BACHILLERES: VICTOR RAFAEL CHUCYA CHANCHARI Y DAVIE LARRY DIAZ  
ALVIS**

**La Tesis sustentada en acto público el día 05 de junio del 2025, a las 10: 00 am,  
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



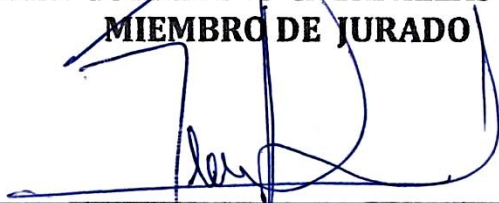
---

**ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL AGUILA. DRA.  
PRESIDENTE DE JURADO**



---

**ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR.  
MIEMBRO DE JURADO**



---

**ING. FÉLIX WONG RAMÍREZ, M. SC.  
MIEMBRO DE JURADO**



---

**ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M. SC  
ASESOR**



---

**ING. LUCÍO MARTIN RODRÍGUEZ GÓMEZ  
COASESOR**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se lo dedico en primer lugar a Dios, a mis padres Amelia y Mauro, que siempre estuvieron de nuestro lado apoyándome a lograr mis objetivos y enseñándome valores para ser una mejor persona, a mis amigos en general y entidades que intervinieron en este proyecto.

**DAVIE LARRY DIAZ ALVIS**

Dedico esta tesis a mis padres Julio y Noylali por su incondicional apoyo, a mis demás familiares hermano, tios, abuelos, que me apoyaron motivándome siempre en este proceso de mi carrera profesional y a mis docentes.

**VICTOR RAFAEL CHUCYA  
CHANCHARI**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios y nuestros padres Amelia, Mauro y Julio y Noylali, que desde un principio estuvieron apoyándonos para cumplir y hacer posible la ejecución de esta tesis, de igual forma Agradecemos a los profesores y a todas las personas que nos acompañaron en todo este largo proceso para poder cumplir con nuestros objetivos; a nuestra alma mater y docentes por acogernos desde un principio en esta dura Carrera para ser buenos profesionales, pero aún mejor excelentes personas.

**DAVIE LARRY DIAZ ALVIS y VICTOR  
RAFAEL CHUCYA CHANCHARI**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO.....	7
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	8
INDICE DE TABLAS .....	11
INDICE DE GRAFICOS .....	12
INDICE DE IMAGENES .....	12
RESUMEN.....	13
ABSTRAC.....	14
CAPÍTULO I.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. Antecedentes.....	15
1.2. Bases teóricas .....	16
1.2.1. Reciclaje de Plástico: .....	16
1.2.2. Reutilización de botellas plásticas.....	16
1.2.3. Ladrillo ecológico:.....	17
1.3. Definición de términos básicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2.1. Descripción del problema.....	20
2.2. Formulación del problema.....	20
2.2.1. Problema general. ....	20
2.2.2. Problemas específicos. ....	20
2.3. Objetivos.....	21
2.3.1. Objetivo general.....	21
2.3.2. Objetivos específicos.....	21

2.4.	Hipótesis.....	21
2.5.	Variables:.....	21
2.5.1.	Identificación de las variables. ....	21
2.5.2.	Definición conceptual y operacional de las variables.....	21
2.5.3.	Operacionalización de las variables.....	21
CAPÍTULO III.....		22
METODOLOGIA.....		22
3.1.	Tipo y diseño de la investigación .....	22
3.1.1.	Tipo de investigación.....	22
3.1.2.	Diseño de investigación.....	22
3.1.3.	Modalidad en estudio con una medición de post-prueba con un solo grupo.....	22
3.2.	Población y Muestra .....	22
3.2.1.	Población:.....	22
3.2.2.	Muestra:.....	23
3.3.	Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos .....	23
3.3.1.	Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos .....	23
Tabla 1. 25		
3.3.2.	Procedimientos de Recolección de Datos .....	25
3.4.	Procesamiento de datos y análisis estadísticos.....	26
CAPÍTULO IV .....		27
RESULTADOS .....		27
4.1	Análisis granulométrico del agregado fino (arena) y PET en polvo.....	27
Tabla 2. Análisis Granulométrico del material A-3.....		29
Gráfico 1 29		
4.2	Diseño de mezcla.....	36
4.2.1	Diseño de mezcla cemento – arena con 0% de PET.....	37
4.2.2	Comparación de diseño de mezcla según las proporciones de PET. ....	38

4.3	Resultados de ensayos de laboratorio con 0, 8, 15 y 22% de PET.....	39
4.3.1	Ensayo de variación dimensional:.....	39
4.3.2	Ensayo de absorción.....	39
4.3.3	Ensayo de alabeo.....	40
4.3.4	Resultados de ensayos de resistencia a la compresión.....	40
	CAPÍTULO V.....	42
	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1	DISCUSIÓN.....	42
5.2	CONCLUSIONES.....	45
5.3	RECOMENDACIONES.....	46
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
	ANEXOS.....	50
	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	51
	PANEL FOTOGRAFICO.....	52
	RESULTADOS DE LABORATORIO.....	62
	CARACTERIZACION DEL AGREGADO FINO.....	62
	CARACTERIZACION DEL PET.....	67
	DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA.....	71
	DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA-PET AL 8%:.....	73
	DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA-PET AL 15%:.....	75
	DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA-PET AL 22%:.....	77
	ENSAYO DE LABORATORIO SIN PET:.....	79
	ENSAYOS DE LABORATORIO CON PET AL 8%:.....	86
	ENSAYOS DE LABORATORIO CON PET AL 15%:.....	92
	ENSAYOS DE LABORATORIO CON PET AL 22%:.....	98

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos y normas técnicas .....	25
Tabla 2. Análisis Granulométrico del material A-3.....	29
Tabla 3. Peso unitario suelto del agregado fino.....	30
Tabla 4. Peso unitario compactado del agregado fino .....	30
Tabla 5. Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	31
Tabla 6. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200 .....	31
Tabla 7. Análisis granulométrico del PET.....	32
Tabla 8. Peso unitario suelto del PET.....	33
Tabla 9: Peso unitario compactado del PET.....	33
Tabla 10. Gravedad específica y absorción del PET.....	34
Tabla 11. Clase de unidad de albañilería para fine estructurales .....	34
Tabla 12. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	35
Tabla 13. Granulometría de la arena .....	35
Tabla 14. Tipos de mortero .....	36
Tabla 15. Resistencias características de la albañilería Mpa (kg / cm <sup>2</sup> ).....	36
Tabla 16. Valores de diseño sin PET.....	37
Tabla 17. Comparación de valores de diseño de mezcla a diferentes % de PET. .....	38
Tabla 18. Resumen de resultados de ensayos de variación dimensional .....	39
Tabla 19. resumen de resultados de ensayos de absorción .....	40
Tabla 20. Resumen de resultados de ensayos de alabeo.....	40
Tabla 21. Resultados de resistencia a la compresión. ....	41
Tabla 22. Comparación de resistencias entre nuestras unidades de albañilería y la NTP E. 070 albañilería. ....	43

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino.....	29
Gráfico 2. Curva granulométrica del PET .....	32
Gráfico 3. Diseño de mezcla cemento – arena.....	37
Gráfico 4. Diseño de mezcla cemento – arena a diferentes concentraciones de plástico. Representamos la dosificación (A, B y C) para elaborar los ecoladrillos usando 8, 15 y 22% PET respectivamente.....	38
Gráfico 5. Resultados de resistencia a la compresión.....	41

## INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Ladrillo ecológico .....	18
Imagen 2. Botellas plásticas para luego ser procesada en polvo. ....	23
Imagen 3. Botellas plásticas procesadas a polvo .....	24
Imagen 4. Desecación de las partículas del agregado fino. ....	27
Imagen 5. Verificación de la condición S.S.S., mediante cono Kansas .....	28
Imagen 6. Estado correcto del agregado fino, para los ensayos respectivos. ...	28
Imagen 7. Pesado de la muestra del agregado fino en picnómetro previamente tarado .....	28

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulada: “Reutilización de botellas plásticas para la elaboración de ladrillo ecológico en vivienda unifamiliar, Loreto 2023” tiene como finalidad diseñar un ladrillo ecológico tipo II para muros portantes según normativa de albañilería E.070 usando PET en polvo para los diseños de mezclas. Realizamos una investigación del tipo aplicada y de diseño experimental para la verificación de las hipótesis. Obtuvimos un total de 120 ecoladrillos correspondiente a 8, 15 y 22% de PET en polvo analizadas a los 07, 14, 21 y 28 días de curado. Las resistencias finales de nuestros ecoladrillos fueron de  $f'b = 86.00$  y  $71.00 \text{ kg/cm}^2$  para el 8 y 15%. De la misma forma el  $f'b$  del 22% fue de  $48.00 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente, identificamos que nuestros ecoladrillos con el 8 y 15% de PET entraron en la clasificación de ladrillos tipo II, y el de 22% en Bloques No Portantes (NP) según normativa de albañilería E.070. Concluimos que todos nuestros ecoladrillos fueron positivos para crear unidades de albañilería óptimos a ser utilizados en el rubro de la construcción. Este estudio sirve como línea base para futuras investigaciones en donde se reutilice botellas plásticas de PET.

Palabras clave: PET, Ladrillo ecológico, Resistencia a la Compresión.

## ABSTRAC

The present research project entitled: 'Reuse of plastic bottles for the production of ecological bricks in single-family housing, Loreto 2023' aims to design a type II ecological brick for load-bearing walls in accordance with masonry standard E.070, using powdered PET for the mixture designs. We conducted applied research and experimental design to verify the hypotheses. We obtained a total of 120 eco-bricks corresponding to 8, 15 and 22% PET powder analysed at 7, 14, 21 and 28 days of curing. The final strengths of our eco-bricks were  $f'b = 86.00$  and  $71.00 \text{ kg/cm}^2$  for 8 and 15%. Similarly, the  $f'b$  of 22% was  $48.00 \text{ kg/cm}^2$ . Finally, we identified that our eco-bricks with 8% and 15% PET fell into the type II brick classification, and those with 22% fell into the Non-Load-Bearing (NP) classification according to masonry standard E.070. We concluded that all our eco-bricks were suitable for creating optimal masonry units for use in the construction industry. This study serves as a baseline for future research on the reuse of PET plastic bottles.

Keywords: PET, Ecological brick, Compression Resistance.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

Esta tesis está orientada en el análisis de la implementación alternativa constructiva hacia los beneficios ambientales, sociales y económicos de construcción de viviendas unilaterales obtenidas de materiales reutilizados de plástico y terminado como ladrillo BRICKARP. Actualmente lo desarrollan empresas que incursionaron en Colombia (Conceptos Plásticos, Ficidet y Casas de Plástico).

El sistema de construcción en la fabricación del ladrillo Brickarp destaca en su armado tipo lego que es fácil de instalación no requiere de mantenimiento y es competitivamente económica. (1)

Se manifiesta las siguientes investigaciones bajo los criterios de mejoramiento en las condiciones socioeconómicas:

- En La Tesis: *“Análisis De La Implementación De Ladrillos Fabricados A Partir De Plástico Reciclado En La Construcción De Viviendas Unifamiliares En Colombia”*. (1)
- En La Investigación: *“Ladrillos Con Adición De PET Una Solución Amigable Para Núcleos Rurales Del Municipio Del Socorro”* (2)
- En La investigación: *“Ladrillos Elaborados Con Plástico Reciclado (Pet), Para Mampostería No Portante”*. (3)
- En La Investigación: *“Ladrillos De Concreto Con Plástico Pet Reciclado* (4)
- En La Investigación: *“Elaboración De Ladrillos Ecológicos A Base De Plásticos Pet Reutilizados Y Aserrín De La Especie Huayruru (Ormosia Coccinea) De Las Industrias Madereras En Ucayali, Perú”* (5)
- En La Investigación: *“Influencia De Las Unidades De Albañilería Tipo Pet Sobre Las Características Técnicas Y Económicas De Viviendas*

*Ecológicas Para La Zona De Expansión Del Distrito De Nuevo Chimbote, Ancash” (6)*

- En La Investigación: *“Elaboración De Ladrillos Ecológicos Con Plástico Y Papel Reciclado, Como Alternativa Para La Construcción De Viviendas En El Distrito De Cajamarca 2016” (7)*

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Reciclaje de Plástico:**

Mediante el reciclaje químico la reutilización de plásticos abarca desde el reciclado directo en productos de mayor valor agregado. Esta depende de su composición; legislación medioambiental, estrategias de reciclaje y precio de materias vírgenes. (8)

### **1.2.2. Reutilización de botellas plásticas**

La botella de plástico es un recipiente hecho de plástico utilizado en la comercialización de líquidos como bebidas, lácteos, productos de limpieza; entre otros. Su aceptación se debe a su versatilidad de formas y a su bajo costo.

Según su uso, las botellas de plástico se elaboran de distintos tipos de materiales, las cuales pueden ser:

Polietileno de Alta Densidad (PEAD). Es el material más utilizado para la fabricación de botellas debido a su propiedad física y química. Es naturalmente translúcido y flexible. Ofrece una protección efectiva para temperaturas inferior al punto de congelación. No es adecuado en productos que superen los 71.1 °C ni para aquellos que requieran un sellado hermético.

Polietileno de baja densidad (PEBD). Su composición es similar al PEAD. Es menos rígido; menos resistente químicamente y más translúcido. se usa fundamentalmente, para bebidas. Significativamente es más barato que el PEAD.

Politereftalato de etileno (PET). Es un tipo de plástico que se usa para líquidos como bebidas carbonatadas y agua; resistente al alcohol y aceites esenciales.

El material tiene alta resistencia a la degradación por impacto y a la tensión. No es resistente a temperaturas mayor a 160 °F (71.1 °C) y

Policloruro de vinilo (PVC). Naturalmente claro, resistente a aceites de muy baja transmisión al oxígeno. Proporciona una barrera excelente hacia los gases y soporta a los golpes ó caídas; por lo tanto, no es fácil de romperse. PVC se considera una buena elección para el aceite de ensalada, aceite mineral y vinagre. Utilizada habitualmente para champús y productos cosméticos. Tiene poca resistencia a temperatura alta y se degrada a 160 °F (71.1 °C) por lo que no se recomienda con líquidos calientes.

Polipropileno (PP). Se usa en jarra y cierre; proporciona un rígido envase protegiendo la humedad. Tiene una estabilidad a temperaturas altas hasta 200°F. Además, tiene potencial para ser esterilizado mediante vapor.

Es resistente a productos químicos sin embargo en ambientes fríos se vuelve más frágil siendo propenso a daños por impacto.

Poliestireno. (PS) Es un plástico transparente y rígido, además de ser económico. Es utilizado para productos secos como vitaminas, gelatina de petróleo o especias; es frágil y puede romperse con facilidad durante un impacto.  
(9)

### **1.2.3. Ladrillo ecológico:**

Por lo general se asocia a los ladrillos tradicionales que son contaminantes. Sin embargo, los ladrillos ecológicos o ecoladrillos es una alternativa a la sostenibilidad ya que son menos dañino para el medio ambiente. Históricamente era habitual construir con materiales ecológico; hoy en día su uso es menos común ya que la industria de la construcción a cambiado con el tiempo con opciones menos sostenibles.

En el pasado estos materiales como la paja, el barro y madera era de uso frecuente. Los ladrillos convencionales actualmente generan un impacto significativo por emisiones de carbono y consumo de recursos naturales, generando un alto costo ambiental

Se puede decir que si se propicia una sostenibilidad que con el uso ayude a ahorrar energía reemplazando los ladrillos tradicionales por los ladrillos ecológicos compensa a que la huella de carbono actúe como aislante de la casa.

De esta manera se puede definir a los ladrillos ecológicos que generan menos impacto ambiental en relación a los convencionales. De acuerdo al tipo de material empleado que son elementos reciclados; el proceso de su fabricación y su funcionalidad actuando como un aislante térmico. En efecto no todos los ladrillos son iguales dependiendo a su función y fabricación. Encontraremos ladrillos más ecológicos que otros, en función de su nivel de sostenibilidad en unos y otros aspectos. Por lo demás, los ladrillos verdes brindan la misma o incluso una mayor resistencia que los ladrillos tradicionales. Utilizados dentro de un plan arquitectónico de la bioconstrucción pueden ofrecernos las mismas cualidades estéticas y ventajas en cuanto a confort y seguridad.



**Imagen 1. Ladrillo ecológico (Fuente: Google)**

### 1.3. Definición de términos básicos

Para este trabajo se definió conceptos básicos para el mejor desarrollo de la misma, en donde describimos ciertos términos y palabras de forma muy entendible.

- **Agregado fino:** Se conoce como un material granular, que tiene un tamaño muy pequeño como la arena.
- **Cemento:** Es un polvo suave y fino utilizado como conglomerante para realizar diversos trabajos en construcción.
- **PET (Tereftalato de Polietileno):** Es uno de los plásticos más utilizados en la fabricación de envases y también es el plástico que más contamina el medio ambiente.
- **PEAD (Polietileno de Alta Densidad):** Es un tipo de plástico de alta densidad, que se le conoce por su alta resistencia.
- **Agua:** Líquido utilizado para la elaboración de nuestros ladrillos ecológicos.
- **Ensayos de laboratorio:** Son pruebas para determinar las propiedades físicas y mecánicas de nuestros ladrillos ecológicos.
- **Resistencia a la compresión:** Es la prueba para determinar la capacidad de resistencia de una muestra, ante la aplicación de una fuerza controlada.
- **Ladrillo ecológico o ecoladrillo:** Nuevo material alternativo y sostenible para el sector construcción, caracterizado por el uso en su fabricación de materiales reciclados minimizando el impacto ambiental.
- **Norma técnica peruana de albañilería E. 070:** Es el encargado de regular lineamientos, requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño y calidad de los materiales.

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.1. Descripción del problema.**

Los residuos plásticos son un problema ambiental que se maximiza cada vez más, estos en algunos países, como el Perú, es casi incontrolable su consumo. En nuestro país el Ministerio del Ambiente calculo que se consume 950 mil toneladas de plásticos por año. La mayoría de residuos plásticos provienen de envases de bebidas producto de su consumo en exceso. Estos son difíciles de degradar, para su desintegración total pueden pasar desde 200 hasta 1 siglo. La presencia de plástico, específicamente las botellas, afectan enormemente los ecosistemas. Por tal motivo, es indispensable realizar investigación que propongan la reutilización de estos desechos plásticos a través del reciclaje y el aprovechamiento para crear materiales útiles para la sociedad. El PET (tereftalato de polietileno) en una de las materias primas usadas para la elaboración de materiales de construcción. En esta investigación proponemos crear unidades ecoamigables, como ladrillos y bloques, con la finalidad mostrar una alternativa ecológica y sustentable en esta industria de la construcción.

#### **2.2. Formulación del problema.**

##### **2.2.1. Problema general.**

- ¿Cómo se diseñaría el ladrillo ecológico a partir de PET en polvo provenientes de botella de plástico para su uso en una vivienda en la ciudad de Iquitos?

##### **2.2.2. Problemas específicos.**

- ¿Qué cantidad de PET en polvo se necesitaría para elaborar ladrillos ecológicos?
- ¿Cuáles sería la resistencia que tuviera el ladrillo a base de PET en polvo comparación con los ladrillos comunes?

## **2.3. Objetivos.**

### **2.3.1. Objetivo general.**

- Elaborar el ladrillo ecológico a base de PET en polvo provenientes de botella de plástico como alternativa de construcción para una vivienda.

### **2.3.2. Objetivos específicos.**

- Determinar la cantidad de PET en polvo reciclado en Kg/m<sup>3</sup> para la elaboración de ladrillos ecológicos según diseño en cada porcentaje (%).
- Comparar la resistencia del ladrillo de PET en polvo entre los diferentes porcentajes (%) para determinar su clasificación según la Normativa peruana E 070 de albañilería.

## **2.4. Hipótesis.**

- La elaboración del diseño del ladrillo de botella de plástico es para generar una nueva materia prima en el mundo de la construcción.
- **Hi:** Se encontró un porcentaje (%) aceptable de PET para la elaboración de unidades de albañilería.
- **Ho:** No se encontró un porcentaje (%) aceptable de PET para la elaboración de unidades de albañilería.

## **2.5. Variables:**

### **2.5.1. Identificación de las variables.**

- Variable Independiente (X): Reutilización de botellas plásticas a base de PET
- Variable Dependiente (Y): El ladrillo ecológico

### **2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.**

- Reutilización de botellas plásticas: Es la variable más determinante de la investigación dado que de ello depende el diseño y sus características mecánicas.
- Ladrillo ecológico: Es la variable que determina el diseño final de la investigación.

### **2.5.3. Operacionalización de las variables.**

Ambas variables tienen correlación hacia un mismo fin que es la comprobación de que ambos resultados tengan las similitudes.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA.

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada ya que con la elaboración de nuestros ladrillos ecológicos tratamos de mejorar situaciones concretas y solucionar problemas prácticos. Problemas como la reutilización de botellas de plástico a base PET y la implementación de un nuevo material para la construcción que pueda ser una alternativa viable que minimiza el impacto ambiental.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental porque supone la práctica de prueba y contraprueba con el fin de obtener nuevas soluciones, posibilidades y elementos que pueden aplicarse a determinadas soluciones. También, manipulamos nuestra variable independiente (reutilización de botellas plásticas a base de PET) para medir o distinguir cambios de nuestra variable dependiente (ladrillo ecológico).

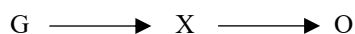
##### 3.1.3. Modalidad en estudio con una medición de post-prueba con un solo grupo

El diagrama del diseño es el siguiente:

G = Grupo.

X= Experimento o tratamiento.

O= Observación del resultado.



#### 3.2. Población y Muestra

##### 3.2.1. Población:

La población son todos los ladrillos elaborados a base de botellas plásticas tanto local, nacional como internacional.

### 3.2.2. Muestra:

Todos los ladrillos ecológicos elaborados de botellas plásticas a diferentes porcentajes 8, 15 y 22% de PET en polvo, 40 unidades cada concentración, dando un total de 120 ladrillos.

## 3.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos

### 3.3.1. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Obtuvimos datos desde el análisis documentario hasta experimentación en los laboratorios de mecánica de suelo de la universidad.

- Instrumentos y/o materiales usados durante la investigación.
  - ✓ Botellas plásticas recicladas convertidas en PET en polvo (**IMAGEN 13-14**)
  - ✓ Agregado fino (Arena fina).
  - ✓ Cemento
  - ✓ Agua
- Herramientas que se utilizaron:
  - ✓ Laboratorio de mecánica de suelos
  - ✓ Herramientas y equipos de laboratorio.
  - ✓ Laptops
  - ✓ Moldes para las unidades de albañilería.
  - ✓ Maquina prensadora



Imagen 2. Botellas plásticas para luego ser procesada en polvo.



**Imagen 3. Botellas plásticas procesadas a polvo**

- Características de los Materiales
  - ✓ **Botellas plásticas recicladas convertidas en PET en polvo.** Para nuestros ensayos realizados, nuestro proveedor utilizó botellas recicladas mayormente de bebidas, las cuales fueron trituradas en una maquina trituradora, de tal forma que se pueda obtener el PET en polvo para la elaboración de nuestros ladrillos ecológicos. Nuestro proveedor nos proporcionó el PET en polvo en cantidades medidas en kilogramo.
  - ✓ **Cemento Portland TIPO I.** Es el cemento portland destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifique la utilización de otro tipo (Edificios, estructuras industriales, conjuntos habitacionales). Libera más calor de hidratación que otros tipos de cemento.
  - ✓ **Arena.** Por observación, el tipo de arena utilizada según la clasificación SUCS es arena limpia con pocos o sin finos.
  - ✓ **Agua.** Este material liquido debe ser limpio sin contaminantes ni impurezas y sin partículas que puedan afectar la elaboración de nuestros ladrillos ecológicos.

- Análisis Documentario. Revisamos toda la información existente sobre la elaboración de ladrillos ecológicos que fueron desde tesis hasta normas técnicas.
- Pruebas de calidad del laboratorio. Todas nuestras pruebas siguieron el siguiente orden:
  1. Análisis Granulométrico: Medimos las propiedades físicas del agregado fino (arena) y el PET en polvo proveniente de botellas plásticas. La arena fue colectada de la cantera alberca ubicada en km.14 de la Carretera Iquitos Nauta. Comparamos los datos con las diferentes normativas técnicas (**Tabla N°1**)
  2. Diseño de Mezcla: Mide la proporción de los materiales para la ceración de nuestro ecoladrillo. Para estas técnicas usamos lo criterios establecidos según especificaciones del Comité N° 211 ACI, por siglas en inglés American Concrete Institute.
  3. Ensayo Variabilidad dimensional: Mide el volumen del ladrillo una vez secado.
  4. Ensayo Alabeo: Mide las deformaciones de los ladrillos, estas pueden ser cóncavas o convexas.
  5. Ensayo Absorción: Mide el nivel humedad de absorción del ladrillo.
  6. Ensayo de compresión: Mide la resistencia del ladrillo.

**Tabla 1. Ensayos y normas técnicas**

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA</b>
Granulometría por tamizado	NTP 339.128-1999
Límites de Atterberg	NTP 339.129-1999
Sales solubles	NTP 339.152-2002
Humedad natural	NTP 339.127-1999

*Fuente: normas técnicas peruanas y reglamento nacional de edificaciones.*

### **3.3.2. Procedimientos de Recolección de Datos**

Usamos las normas y estándares establecidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para los criterios de albañilería. También, los protocolos establecidos por el laboratorio de mecánica de suelo de la Universidad Científica del Perú.

### **3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos**

Todos los datos fueron organizados en planillas de Excel. Obtuvimos todos los datos desde Granulometría hasta ensayo de Compresión, estos datos se clasificaron desde el cálculo de las proporciones de los materiales utilizados en hasta la fuerza de resistencia de los ecoladrillos. Después, creamos cuadros comparativos para nuestros resultados de 8, 15, 22% de PET en polvo de los ecoladrillos según 7, 14, 21 y 28 días de curado. Estos resultados fueron contrastados con la NORMA E.070 ALBAÑILERÍA. Finalmente, todos estos datos fueron representados por gráficos, tablas y cuadros, cada una con sus respectivas interpretaciones.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis granulométrico del agregado fino (arena) y PET en polvo.

El análisis granulométrico permitió determinar optima la calidad del agregado fino (arena). Este análisis nos mostró valores de 1.15 módulo de finesa con un peso específico 2.64/CC. También, identificamos que el porcentaje de absorción fue de 0.57% con un peso unitario suelto de 1.492 kg/m<sup>3</sup>. Finalmente, su peso unitario compactado fue 1.696 kg/m<sup>3</sup> con una humedad de diseño de 3.51%. Por otro, el análisis granulométrico del PET en polvo mostro los valores de peso específico 1.432 gr/CC con un porcentaje de absorción de 0.34%. También, sus valores de peso tanto unitario suelto como unitario compactado fueron de 390 y 476 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Finalmente, su módulo de finesa del PET fue de 3.56. Para más detalles ver **Imagen N° 4-7** y **Tabla 2**.



**Imagen 4. Deseccación de las partículas del agregado fino.**



**Imagen 5. Verificación de la condición S.S.S., mediante cono Kansas**



**Imagen 6. Estado correcto del agregado fino, para los ensayos respectivos.**

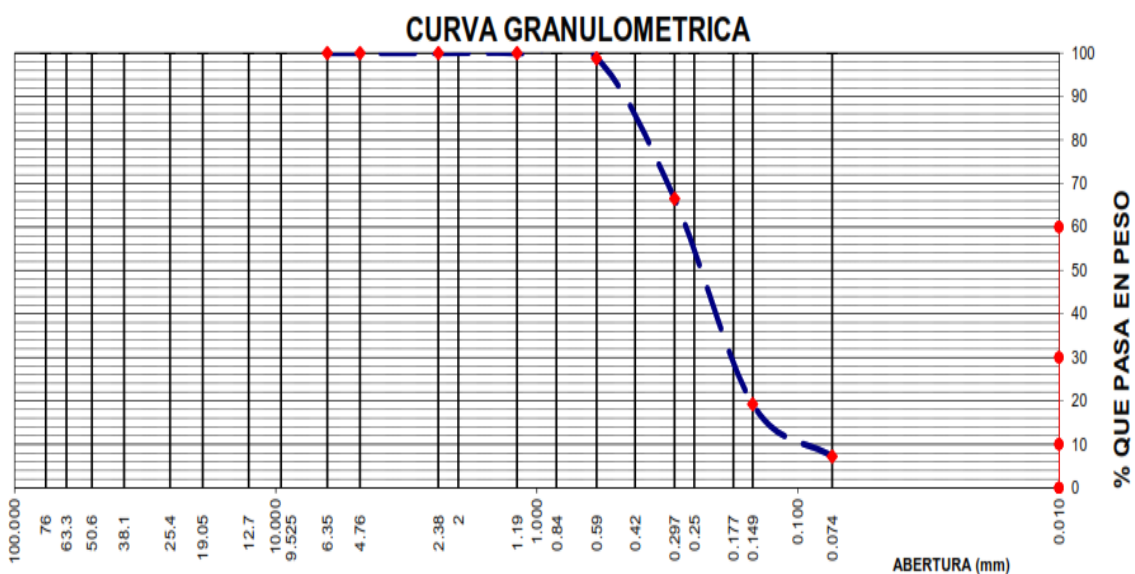


**Imagen 7. Pesado de la muestra del agregado fino en picnómetro previamente tarado**

**Tabla 2. Análisis Granulométrico del material A-3**

Tamices ASTM	Abertura mm.	%Retenido			% Que Pasa	OBSERVACIONES
		Peso Retenido	Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350			0.00	100.00	Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 305.63
N°04	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	Muestra Lavada: 283.67
N°08	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
N°16	1.190	0.10	0.03	0.03	99.97	
N°30	0.590	3.62	1.18	1.22	98.78	
N°50	0.297	98.63	32.27	33.49	66.51	MF : 1.15
N°100	0.149	144.47	47.27	80.76	19.24	Superficie
N°200	0.074	36.85	12.06	92.81	7.19	específica: 64.66
Pasa N°200		21.96	7.19			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino.**

**ESPECIFICACIONES :** El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por la testista.

**RESULTADOS :** Arena mal graduada, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP-SM - A-3 (0).  
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 7.19 %.  
El módulo de fineza del agregado es 1.15.

**Tabla 3. Peso unitario suelto del agregado fino**

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7139	7121	7147
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4221	4203	4229
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.493	1.487	1.496
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )		1,492	
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)		45.01%	

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladado al Laboratorio por los tesisistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1.492 Kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 4. Peso unitario compactado del agregado fino**

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7710	7714	7719
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4792	4796	4801
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.695	1.696	1.698
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )		1,696	
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)		37.28%	

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladado al Laboratorio por los tesisistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1.696 Kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 5. Gravedad específica y absorción del agregado fino**

N° DE ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	230.79	227.28	225.29	
Peso Frasco + H <sub>2</sub> O	707.46	676.32	719.23	
Peso Frasco + H <sub>2</sub> O + A = (A+B)	938.25	903.6	944.52	
Peso de Mat. + H <sub>2</sub> O en el Frasco	850.34	816.69	862.23	
Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	87.91	86.91	82.29	
Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	229.51	226.02	223.97	
Vol. Masa = (E-A+F)	86.63	85.65	80.97	
Peso Específico Bulk (Base Seca) = (F/E)	2.611	2.601	2.722	2.644
Peso Específico Bulk (Base Saturada) = (A/E)	2.625	2.615	2.738	2.659
Peso Específico Aparente (Base Seca) =(F/G)	2.649	2.639	2.766	2.685
% de Absorción = ((A-F) /F) *100	0.56	0.56	0.59	0.57

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladado al Laboratorio por los tesistas.

**RESULTADOS :** El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.644 gr/cc.  
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.57%.

**Tabla 6. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200**

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	385.64	384.15	325.48
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	350.36	351.27	296.86
PESO DE TARA (gr)	80.36	80.45	75.48
% QUE PASA LA MALLA N°200	11.56	10.83	11.45
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200		11.28	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.

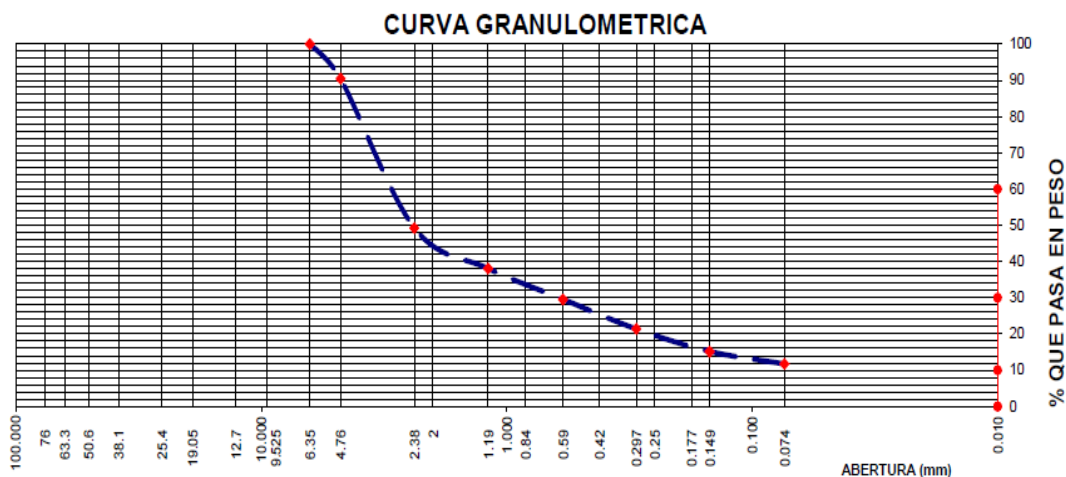
**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladado al laboratorio por los tesistas.

**RESULTADOS :** El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 11.28 %.

**Tabla 7. Análisis granulométrico del PET.**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	OBSERVACIONES
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760					
						<b>Peso de Muestra en Gr.</b>
						Muestra Seca: <b>300.00</b>
						Muestra lavada: <b>264.82</b>
N°08	2.380				49.26	
N°16	1.190	33.65	11.22	61.95	38.05	
N°30	0.590	25.45	8.48	70.44	29.56	
N°50	0.297	24.52	8.17	78.61	21.39	<b>MF: 3.56</b>
N°100	0.149	18.63	6.21	84.82	15.18	<b>Superficie</b>
N°200	0.074	10.36	3.45	88.27	11.73	<b>específica: 31.67</b>
Pasa N°200		35.18	11.73			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**Gráfico 2. Curva granulométrica del PET**

**ESPECIFICACIONES :** El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesistas.

**RESULTADOS :** El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 11.73 %.  
El módulo de fineza del agregado es 3.56.

**Tabla 8. Peso unitario suelto del PET**

<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	4021	4021	4024
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	1103	1103	1106
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	0.390	0.390	0.391
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>		<b>390</b>	
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>		<b>73.20%</b>	

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Suelto es 390 Kg/m3.

**Tabla 9: Peso unitario compactado del PET**

<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	4255	4272	4260
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	1337	1354	1342
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	0.473	0.479	0.475
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>		<b>476</b>	
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>		<b>67.18%</b>	

*FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA*

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Compactado es 476 Kg/m3.

**Tabla 101. Gravedad específica y absorción del PET.**

N° DE ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
<b>A</b> Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	133.36	140.06	136.71	
<b>B</b> Peso Frasco + H2O	719.23	707.46	719.23	
<b>C</b> Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	852.59	847.52	855.94	
<b>D</b> Peso de Mat. + H2O en el Frasco	756.19	752.89	761.54	
<b>E</b> Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	96.40	94.63	94.40	
<b>F</b> Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	132.89	139.58	136.29	
<b>G</b> Vol. Masa = (E-A+F)	95.93	94.15	93.98	
Peso Específico Bulk (Base Seca) = (F/E)	1.379	1.475	1.444	<b>1.432</b>
Peso Específico Bulk (Base Saturada) = (A/E)	1.383	1.480	1.448	<b>1.437</b>
Peso Específico Aparente (Base Seca) =(F/G)	1.385	1.483	1.450	<b>1.439</b>
% de Absorción = ((A-F) /F) *100	0.35	0.34	0.31	<b>0.34</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesistas.

**RESULTADOS :** El promedio del Peso Específico del PET es 1.432 gr/cc.  
El promedio del % de Absorción del PET es 0.34%.

### PARAMETROS DE DISEÑO DE LADRILLO

- **Clasificación para fines estructurales:** Las unidades de albañilería trabajados tienen que estar de acuerdo a las características para efecto o fines estructurales de acuerdo a la norma técnica E.070 (10). Esto se muestra en la siguiente **Tabla 11**:

**Tabla 11. Clase de unidad de albañilería para fine estructurales**

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f 'b mínimo en MPa (kg/cm2) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	+8	+6	+4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	+7	+6	+4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	+5	+4	+3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	+4	+3	+2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	+3	+2	+1	2	17,6 (180)
Bloque P	+4	+3	+2	4	4,9 (50)
Bloque NP	+7	+6	+4	8	2,0 (20)

FUENTE: NORMA TÉCNICA E.070

- **Limitaciones en su aplicación.**

Las unidades de albañilería están limitadas según su uso (se muestra en la **Tabla 12**) y la zona sísmica, las cuales están especializadas en el RNE E.0.30 diseño sismo resistente.

**Tabla 12. 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	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

FUENTE: NORMA TÉCNICA E.070

- **Agregado Fino:** Se considera como agregado fino a la arena, este es muy importante para la mezcla de mortero. Para la elaboración de nuestro mortero (RNE. Norma E.070) Se utilizará arena gruesa natural cuya característica se detallan en la siguiente **Tabla 13**.

**Tabla 13. Granulometría de la arena**

	MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4	(4,75 mm)	100
N° 8	(2,36 mm)	95 a 100
N° 16	(1,18 mm)	70 a 100
N° 30	(0,60 mm)	40 a 75
N° 50	(0,30 mm)	10 a 35
N° 100	(0,15 mm)	2 a 15
N° 200	(0,075 mm)	Menos de 2

FUENTE: NORMA TÉCNICA E.070

- **Proporciones para mortero:** Los componentes como el agregado para el diseño del mortero tendrán las proporciones volumétricas indicadas en la **Tabla 14**.

**Tabla 14. Tipos de mortero**

COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

FUENTE: NORMA TÉCNICA E.070

**Resistencia de unidades de albañilería:** determinamos la resistencia de nuestras unidades de albañilería en nuestro caso ladrillos ecológicos, guiándonos de la norma técnica peruana, donde pudimos clasificar según nuestros resultados donde ubicamos nuestras unidades de albañilería usando la **Tabla 15**.

**Tabla 15. Resistencias características de la albañilería Mpa (kg / cm<sup>2</sup>)**

Materia Prima	Denominación	UNIDAD fb	PILAS f ' m	MURETES v ' m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

FUENTE: NORMA TÉCNICA E.070

#### 4.2 Diseño de mezcla.

Desarrollamos estas técnicas según especificaciones del Comité N° 211 ACI, por siglas en inglés American Concrete Institute, junto a este todos los protocolos estandarizados del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Científica del Perú. Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto. a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser

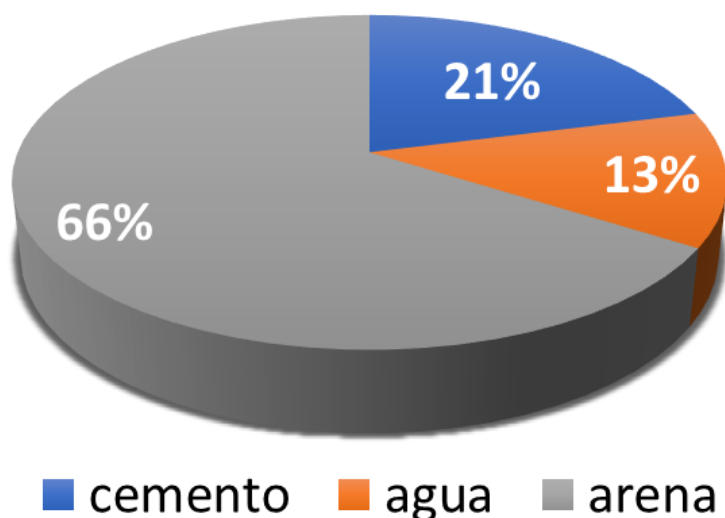
mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.

#### 4.2.1 Diseño de mezcla cemento – arena con 0% de PET.

Determinar que las proporciones finales fueron el 66% de arena blanca, 21% de cemento portland tipo I y 13% de agua (GRAFICO 3). También realizamos los diseños de mezcla usando PET en diferentes concentraciones de 8, 15 y 22%. A continuación, mostramos los valores del diseño de mezcla sin PET ver **Tabla 16**.

**Tabla 16. Valores de diseño sin PET**

Cemento	432.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua	252.4 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	1322.1 kg/m <sup>3</sup>



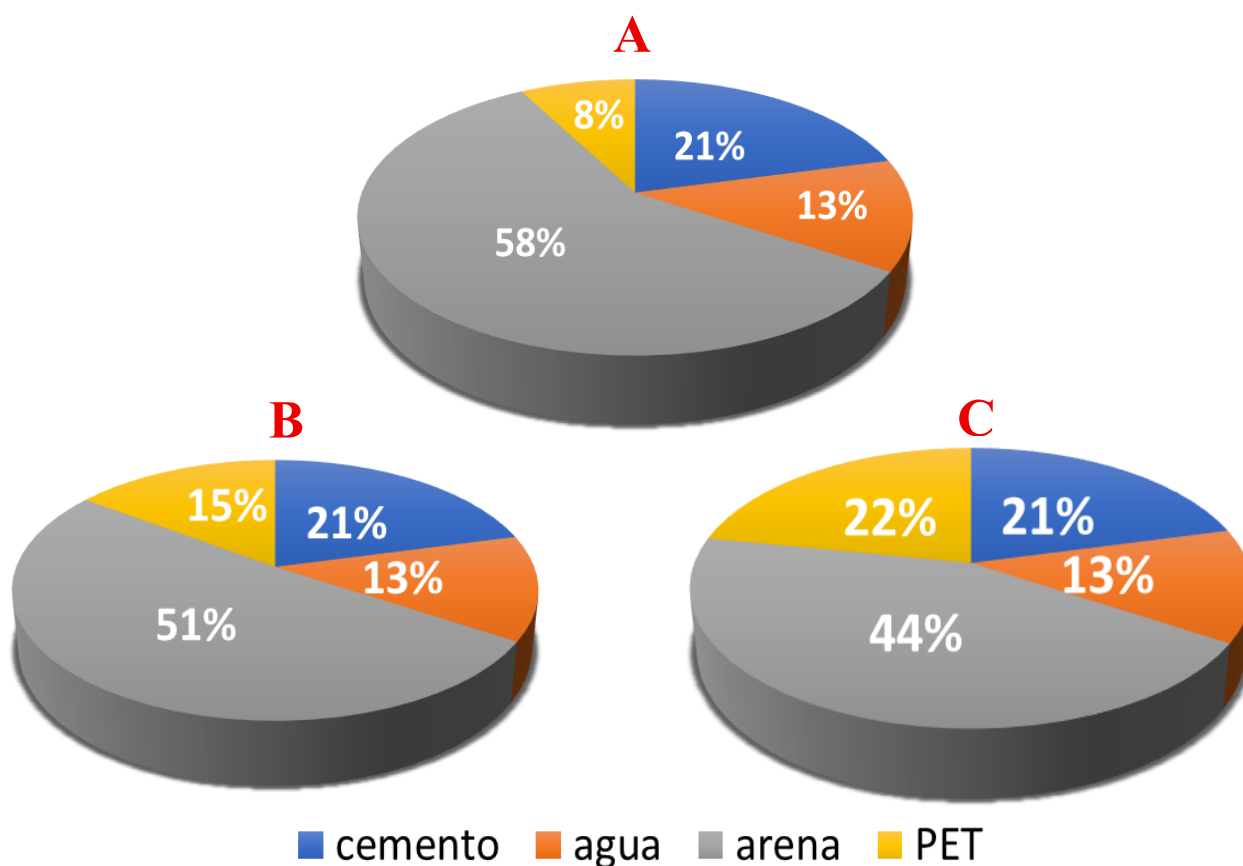
**Gráfico 3. Diseño de mezcla cemento – arena.**

#### 4.2.2 Comparación de diseño de mezcla según las proporciones de PET.

Identificamos los diferentes valores de diseño de mezcla para 8, 15 y 22% de concentración de PET (**Tabla 17**). Elaboramos un total de 120 ladrillos ecológicos, específicamente 40 unidades por cada concentración. Describimos los porcentajes (%) de los materiales usados en el diseño de estas unidades construcción (**Gráfico 4 A-C**).

**Tabla 17. Comparación de valores de diseño de mezcla a diferentes % de PET.**

Porcentaje de PET	Volumen (Kg/m <sup>3</sup> )	Arena (Kg/m <sup>3</sup> )	Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	Agua (Lts/m <sup>3</sup> )
8	55.8	1215.1	432.8	255.7
15	103.1	1124.8	432.8	258.4
22	151.8	1031.8	432.8	261.2



**Gráfico 4. Diseño de mezcla cemento – arena a diferentes concentraciones de plástico.** Representamos la dosificación (A, B y C) para elaborar los ecoladrillos usando 8, 15 y 22% PET respectivamente.

### 4.3 Resultados de ensayos de laboratorio con 0, 8, 15 y 22% de PET.

Los resultados de los ensayos están de acuerdo a las NTP 399.604, las cuales se muestran a continuación.

#### 4.3.1 Ensayo de variación dimensional:

Estos ensayos se elaboraron en el laboratorio de la universidad científica del Perú, de acuerdo a nuestros resultados que se obtuvieron las dimensiones son similares a nuestro modelo estándar (20x15x10) cm, de tal manera que el porcentaje en la variación dimensional es mínimo, a continuación, continuamos con los resultados de los siguientes ensayos.

Tabla 18. Resumen de resultados de ensayos de variación dimensional

N.º Mst.	Descripción	Ancho promedio (mm)	Promedio % variación ancha	Largo promedio (mm)	Promedio % variación larga	Alto promedio (mm)	Promedio % variación alto
M-1	Ladrillo macizo con 0% de PET	102.4	-2.4	202.4	-1.2	142.7	4.8
M-2	Ladrillo macizo con 8% de PET	103.0	-3.0	203.5	-1.8	144.4	3.7
M-3	Ladrillo macizo con 15% de PET	103.1	-3.1	203.6	-1.8	143.4	4.4
M-4	Ladrillo macizo con 22% de PET	103.5	-3.5	203.6	-1.8	142.8	4.8

FUENTE: ELABORACION PROPIA

#### 4.3.2 Ensayo de absorción

Los resultados presentados, demuestra que los porcentajes de absorción obtenidos de nuestras muestras, si cumplen los estándares del RNE E0.70 de Albañilería, ya que lo máximo que debe tener una unidad de albañilería es del 12% como máx. esto demuestra que nuestras unidades de albañilería no requieren un curado previo al asentado, tal cual se puede observar en la **Tabla 19**.

**Tabla 19. resumen de resultados de ensayos de absorción**

N.º Mst.	Descripción	Promedio de contenido de agua absorbida (%)
M-1	Ladrillo macizo con 0% de PET	11.64
M-2	Ladrillo macizo con 8% de PET	10.74
M-3	Ladrillo macizo con 15% de PET	10.44
M-4	Ladrillo macizo con 22% de PET	9.36

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 4.3.3 Ensayo de alabeo

En este ensayo de alabeo evaluamos las deformaciones sufridas por nuestros ladrillos ecológicos y de acuerdo a nuestros resultados poseen deformaciones mínimas en nuestras muestras sometidas a dicho ensayo, las cuales se muestran en la **Tabla 20**.

**Tabla 20. Resumen de resultados de ensayos de alabeo**

N.º Mst.	Descripción	CARAS MAYORES	
		Cóncavo	convexo
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 0% de PET	0.35	0.35
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.30	0.25
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	0.20	0.25
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	0.25	0.35

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 4.3.4 Resultados de ensayos de resistencia a la compresión.

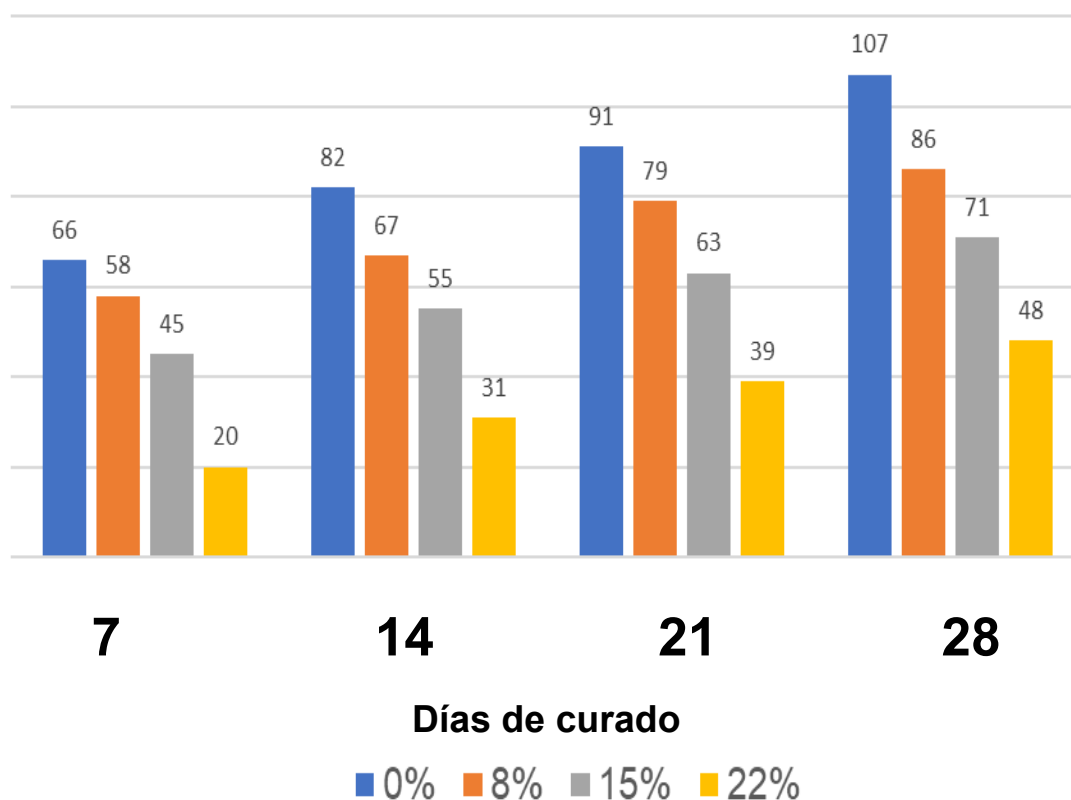
En el análisis general de las pruebas logramos obtener resultados positivos, las cuales se ven reflejadas en la siguiente **Tabla 21 y Gráfico 5**, en los 07, 14, 21 y 28 días de curado. Teniendo los resultados de las pruebas y el cual se tiene como fin el agregado del PET en este diseño de mezcla para la investigación es tener como resultado final que agregando el 8% y 15% de PET en el diseño del mortero tenemos como resistencia  $f'b$ : 86 y 71 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente el cual nos determina que el ladrillo diseñado puede ser utilizado para muros de confinamiento, o uso estructural y agregando 22% de PET logramos obtener 48 kg/cm<sup>2</sup> que puede ser utilizado como bloque no portante según la norma técnica

peruana de albañilería E. 070, lo que a su vez nos permite generar impacto ambiental creando un nuevo recurso de materia prima en la construcción.

**Tabla 21. Resultados de resistencia a la compresión.**

Días de curado	Resistencia de las unidades de albañilería según % de PET, $f'b=kg/cm^2$			
	0%	8%	15%	22%
07	66	58	45	20
14	82	67	55	31
21	91	79	63	39
28	107	86	71	48

FUENTE: ELABORACION PROPIA



**Gráfico 5. Resultados de resistencia a la compresión**

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 DISCUSIÓN

Actualmente los ecoladrillos o ladrillos de plástico vienen siendo una alternativa sostenible en el rubro de la construcción. La ventaja de estos materiales es reutilizar los desechos antrópicos provenientes del plástico, como el PEAD, PET, etc. Algunos plásticos como el PEAD y el PET son encontrados en grandes cantidades en el medio ambiente y que no se están reutilizando. Una investigación reciente identifico que se puede usar material plástico (botellas plásticas, bolsas, etc.) para la fabricación de ecoladrillos. Estos ladrillos cuando se mezclan entre 0.2 – 0.5% de PEAD son tan resistente que podrían soportar cargas hasta  $64 \text{ kg/cm}^2$  (11)(Gómez & Carvajal et al., 2011). Algunos investigadores (11) (12) (Gómez & Carvajal et al., 2011; Ramos & Sáenz, 2021) realizaron ensayos y también usaron plástico para crear ladrillos o bloques ecológicos. Estos identificaron que el promedio de dureza de penetración de un concreto mezclado con PEAD es de 45-62 MPa. Esto valores son superiores a lo encontrado en nuestra investigación que es de 6.9 MPa, coinciden con nuestros resultados que indicaron que el ladrillo tipo II. Afirmamos que nuestros ladrillos de plástico cumplen con los estándares de calidad necesarios en el Perú.

En el Perú para usar materiales relacionados al rubro de la construcción deben estar regido bajo la Norma Técnica Peruana de Albañilería- E.070-2006. Este en su artículo 5 definen que los ladrillos y bloques son aquellas unidades que por su dimensión y peso se pueden manipular con una mano o dos. Basado en esto, nuestros resultados mostraron que obtuvimos unidades de construcción tanto ladrillos como bloques. Es decir, al mezclar 8 y 15% de PET creamos ladrillos tipo II que resisten entre  $71 \text{ kg/cm}^2$  y  $86 \text{ kg/cm}^2$ . También, al mezclamos el 22% de PET creamos Bloques No Portantes (NP) que resisten hasta  $20 \text{ kg/cm}^2$ . Destacamos que nuestros resultados del 15 y 22% fueron la mejor opción tanto para tabiquería Portante como para bloques No Portantes ecoamigables. Es importante mencionar que la resistencia del 22% fue más del doble ( $48 \text{ kg/cm}^2$ ) que lo marcado por la Norma Técnica. Por lo tanto, decidimos clasificar a este último como Bloque NP porque no llegó al valor para ser considerado un Ladrillo

de tipo II (70 kg/cm<sup>2</sup>) (ver Tabla 22). Resultados similares obtuvieron Bravo y Carrasco (2019) (13) en donde midieron la resistencia de los bloques creados a partir de diferentes porcentajes (0, 2, 4 y 6%) mezclas con PEAD a diferentes días de su fabricación (7,14 y 28 días). Concluyendo que al agregar PEAD al concreto en una proporción del 2% y esperar 28 días resulta ser más resistente que un bloque estándar sin PEAD, 68.2 vs. 80.2 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. De la misma forma, Aguilar (2022) (14) encontró los mismos resultados con igual porcentaje de mezcla (3%) de PET en ladrillos de concreto mejorando la resistencia del ladrillo ecológico. Nuestra investigación confirmó que el uso de material sintético, como el PET, mejorar las condiciones de un ladrillo convencional. Esto finalmente resulta favorable para crear unidades ecoamigables capaz de ser usado en construcciones.

**Tabla 22. Comparación de resistencias entre nuestras unidades de albañilería y la NTP E. 070 albañilería.**

Nuestros resultados		NORMA E.070 ALBAÑILERÍA	
Unidades de albañilería	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia según normativa (kg/cm <sup>2</sup> )	Clase
<b>8%</b>	86	70	Ladrillo II
<b>15%</b>	71	70	Ladrillo II
<b>22%</b>	48	20	Bloque NP

Todos los porcentajes (8, 15 y 22%) de mezcal de PET usado en este estudio dieron resultados positivos frente al análisis de su Fuerza de Concreto. Esto podría explicarse al tipo de plástico usado para la elaboración de esta unidad de construcción. Muchos investigadores recomiendan el PET para elaborar ecoladrillos debido a su composición atómica (carbono, hidrogeno y oxigeno). Además, este plástico no libera gases tóxicos durante su fusión (260°C) y es resistente a UV (15) (16)(Lopez et al., 2019; Hiremath et al., 2014). Según Singh et al. (2017) (17) los ecoladrillos soportan hasta 180 °C y son más duradero en comparación a otros ladrillos. Pero producirlos es muy costoso actualmente por lo que es difícil obtenerlos como materiales de construcción. Para usar estos ecoladrillos debemos tener en cuenta su resistencia, ya que su utilidad sería específico para algunas construcciones. Esto se debe a que investigaciones

demonstraron que los ladrillos fabricados a base de PET disminuyen su resistencia a la compresión a medida que aumentan la fibra plástica (18) (Wahid et al. 2015). Es importante mencionar que nuestro estudio destaca uso del ladrillo tipo II encontrado por nosotros que pertenecieron al 8 y 15% para el uso de construcciones mayores, como edificaciones que soporten cargas entre 71 a 86 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, el ecoladrillos de 22% de PET podría ser destinado a la elaboración de Bloques NP como valor mínimo de mezcla (20 kg/cm<sup>2</sup>). Esto con el objetivo que reutilicemos la mayor cantidad de desechos antrópicos posibles para elaborar nuestras unidades ecoamigables. A pesar que el 22% presentó la menor Fuerza del Concreto (48 kg/cm<sup>2</sup>) en comparación a otros porcentajes esta unidad cumple su función estructural. Estos Bloque de PET al 22% podrían contribuir tanto a la reducción de plástico como a la conservación del medio ambiente y su desarrollo sostenible.

Finalmente, la industria de la construcción ha crecido gradualmente en el Perú, más específicamente en la ciudad de Iquitos. Construcciones emblemáticas como el Puente Nanay, Mall, diferentes mercados, etc., usaron materia prima tradicionales como el ladrillo de arcilla o cemento. Actualmente muchos países buscan la necesidad de encontrar una alternativa viable y ecológica para reemplazar los ladrillos tradicionales por ladrillos de plástico (19)(Kumar et al., 2021). Según datos del Ministerio del Medio Ambiente en su portal oficial señala que los peruanos usan por año un aproximado de 30 kilos de plástico por ciudadano (20)(MINAM, 2025). Ciudades como Iquitos el problema sobre la contaminación por plástico se intensifica cada vez más. Nuestra investigación encontró la forma de aprovechar los plásticos, como el PET, para producir ladrillos o bloques de construcción óptimos. Nuestros resultados demostraron que nuestro método de producción independientemente de su dosificación de PET (8, 15 y 22%) fueron resistentes a la evaluación de la resistencia a la compresión. Es importante mencionar que las unidades ecológicas creadas sirven para diferentes funciones. Es decir, el ladrillo Tipo II con el 15% de PET puede ser usado en construcciones que soporten cargas estructurales hasta 86 kg/cm<sup>2</sup>. Calculamos esta resistencia teniendo en consideración la Norma Técnica Peruana de Albañilería- E.070-2006, en donde indica que el valor mínimo de resistencia de un ladrillo tipo II es de 70 kg/cm<sup>2</sup> y nosotros encontramos 71 kg/cm<sup>2</sup>. De la misma forma, el ecoladrillos de 22% de PET que

pertenece a Bloques NP solo soportaran una resistencia de 48 kg/cm<sup>2</sup>. Este material puede ser utilizado para muros de confinamiento o uso estructural. Estos resultados confirman que los ecoladrillos son enfoques nuevos y sostenibles en el tiempo en comparación con los ladrillos tradicionales de arcilla o cemento. Desde un punto ecológico el uso de plástico ayuda a preservar los diferentes ecosistemas en donde este material causa muchas alteraciones.

## 5.2 CONCLUSIONES

- Concluimos que todos los porcentajes (%) de PET fueron significativos. Es decir, usando las concentraciones de 8 y 15% de PET creamos ladrillos de tipo II. De la misma forma usando una concentración de 22% de PET creamos Bloques NP. Todos estos sirvieron para la elaboración de unidades de albañilería ecoamigables que son una alternativa viable al cumplir una función estructural para el mundo de la construcción.
- Concluimos que los volúmenes de PET usados para elaborar los ecoladrillos fueron 55.8, 103.1 y 151.8 Kg/m<sup>3</sup> del 8, 15 y 22% respectivamente.
- Concluimos que nuestras unidades de albañilería usando PET en polvo según su resistencia fueron caracterizadas tanto ladrillo tipo II (8 y 15%) como Bloques NP (22%) acorde a la Normativa peruana E 070 de albañilería.

### **5.3 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar 8 y 15% de PET en los diseños de mezcla para elaborar ladrillos ecológicos tipo II y 22% de PET para elaborar bloques no portantes ecológicos.
- Se recomienda hacer más estudios al PET como agregado para mejorar tecnológicamente su uso en la construcción.
- Se recomienda sensibilizar en las obras el reciclado de los plásticos para tecnificar el uso del PET como agregado.
- Se recomienda seguir realizando ensayos para mejorar los resultados obtenidos en esta investigación.
- Se recomienda implementar mejores políticas que incentiven el reciclaje de plástico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **MONCAYO, Diana Carolina Castillo.** *Análisis de La Implementación de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado en la construcción de viviendas unifamiliares en Colombia.* Bogota: Universidad Santo Tomás, 2018.
2. **TÉLLEZ León, Hugo Alberto y DI MARCO Morales, Raúl Omar.** *Ladrillos con adición de PET. Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro.* Bucaramanga: 5to Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas, Administrativas y Contables., 2017.
3. **ANGUMBA Aguilar, Pedro Javier.** *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET) para mampostería no portante.* Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca, 2016.
4. **GARRO Echeverría, Evelyn Rosario.** *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado.* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
5. **LINDA Ruiz, Almendra Chino y Carolina, MATHIOS Castro Alessandra.** *Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie huayruro (*Ormosia coccinea*) de las industrias madereras en Ucayali, Perú.* PUCALLPA: Universidad de Ucayali, 2020.
6. **HARO Quevedo, Elena Charo.** *Influencia de las unidades de albañilería tipo PET sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de Nuevo Chimbote, Ancash.* Chimbote : Universidad de Chimbote, 2017.
7. **HUAMAN Abanto, Elmer Ciceron.** *Elaboración de ladrillos ecológicos con plástico y papel reciclado, como alternativa para la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca 2016.* Cajamarca: Universidad de Cajamarca, 2016.
8. **RAMIREZ Luna, Diana.** *Propuesta de un material compuesto con base al PET reciclado.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011. pág. 109.

9. **RODRIGUEZ Gomez, Lucio Martin y DEL AGUILA Nuñez, Carlos Manuel.** *Estabilización de suelos mediante confinamiento celular con materiales reciclables en el pasaje los rosales san juan bautista – Maynas – Loreto 2018.* IQUITOS: Universidad Científica del Perú, 2018.
10. **MVCS-Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.** Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). *Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.* [En línea] 29 de julio de 2020. [Citado el: 27 de marzo de 2025.]
11. **GOMEZ, M. y CARVAJAL, A.** *Influencia del Polietileno de Alta Densidad (PEAD) usado como adición en el mortero de cemento.* Santiago: Revista de la construcción, 2011.
12. **RAMOS Gonzales, Isai y SÁENZ Acosta, Hugo.** *Plástico pead reciclado molido como agregado fino para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2021.
13. **BRAVO Moteza, Irwing. y CARRASCO López, Katerine.** *Elaboración de concreto  $f'c 210\text{KG}/\text{CM}^2$  con adición de polietileno *hdpe*.* Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019.
14. **AGUILAR Cabrera, Lenin.** *Análisis comparativo de las propiedades físico y mecánicas de ladrillos de concreto convencional adicionado con polietileno.* Huancayo: Universidad Peruana de los Andes, 2022.
15. **LOPEZ, F., y otros.** *The use of plastic in sidewalk bricks and as a filler in concrete.* Res. Gate, 1-30. s.l.: Res. Gate, 2019. págs. 1-30.
16. **HIREMATH, P. M., y otros.** *Utilization of waste plastic in manufacturing of plastic-soil bricks.* s.l.: International journal of technology enhancements and emerging engineering research, 2014. págs. 102-107.

17. **SINGH, L. B., y otros.** *Manufacturing bricks from sand and waste plastics*. s.l.: Int. J. Eng. Technol. Manage. Appl. Sci, 2017.
18. **WAHID, S. A., Rawi, S. M. y Desa, N. M.** *Utilization of plastic bottle waste in sand bricks*. s.l.: Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2015.
19. **KUMAR, R., y otros.** A review on utilization of plastic waste materials in bricks manufacturing process. s.l.: Materials Today: Proceedings, 2021, Vol. 46 (15), págs. 6775-6780.
20. **MINAN, Ministerio del Ambiente.** Ministerio del Ambiente: Cifras del mundo y el Perú. *Ministerio del Ambiente: Cifras del mundo y el Perú*. [En línea] 27 de marzo de 2025. [Citado el: 27 de marzo de 2025.]
21. **APAGUEÑO Torres Litho, Pezo Panduro Mayra Katherine.** *Diseño de un ladrillo ecológico para determinar la resistencia a la compresión adicionando polietileno de alta densidad, Tarapoto 2023*. TARAPOTO: s.n., 2023.
22. **DIAZ Cerron, Milagros Vanessa y HAYHUA Achircana, Matilde.** Conocimiento del patrimonio cultural-arquitectónico e identidad cultural en estudiantes del 5° año de secundaria, Institución Educativa “claverito” – Iquitos - 2012. [En línea] 10 de OCTUBRE de 2014. [Citado el: 20 de agosto de 2019.] <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3525>.

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLOGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023”

NOMBRE: Diaz Alvis Davie Larry, Chucya Chanchari Victor Rafael

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables	Indicadores (x, y)	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo se diseñaría el ladrillo ecológico a partir de PET en polvo provenientes de botella de plástico para su uso en una vivienda en la ciudad de Iquitos?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar el ladrillo ecológico a base de PET en polvo provenientes de botella de plástico como alternativa de construcción para una vivienda.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La elaboración del diseño del ladrillo de botella de plástico es para generar una nueva materia prima en el mundo de la construcción.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>X: reutilización de botellas plásticas</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Y: ladrillo ecológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Granulometría</li> <li>- Contenido de humedad</li> <li>- Peso específico</li> <li>- Absorción</li> <li>- Peso Unitario</li> <li>- Resistencia a la compresión en unidades.</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION</b></p> <p>La investigación pertenece a un diseño experimental de tipo aplicada debido a que las informaciones que se obtendrán sobre las variables serán manipuladas, porque con la elaboración de nuestros ladrillos ecológicos solucionar problemas prácticos, como la reutilización de botellas de plástico y la implementación de un nuevo material para la construcción que minimiza el impacto ambiental negativo</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué cantidad de PET en polvo se necesitaría para elaborar ladrillos ecológicos?</li> <li>¿Cuáles sería la resistencia que tuviera el ladrillo a base de PET en polvo en comparación con los ladrillos comunes?</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la cantidad de PET en polvo reciclado en Kg/m<sup>3</sup> para la elaboración de ladrillos ecológicos según diseño en cada porcentaje (%).</li> <li>Comparar la resistencia del ladrillo de PET en polvo entre los diferentes porcentajes (%) para determinar su clasificación según la Normativa peruana E 070 de albañilería.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Específica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hi: Se encontró un porcentaje (%) aceptable de PET para la elaboración de unidades de albañilería.</li> <li>- Ho: No se encontró un porcentaje (%) aceptable de PET para la elaboración de unidades de albañilería.</li> </ul>			

## PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°1: Dsecación de las superficies de las partículas del agregado fino, para la condición SSS (Saturado superficialmente seco)



Foto N°2: Verificación de la condición S.S.S., mediante el cono Kansas.



Foto N°3: Estado correcto del agregado fino, para los ensayos respectivos.



Foto N°4: Pesado de la muestra del agregado fino en picnómetro previamente tarado.



Foto N°5: Vertido de la muestra saturada para su posterior desecación para encontrar el porcentaje de absorción del agregado fino.



Foto N°6: Secado de la muestra saturada en el horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Foto N°7: Control de peso para determinar la absorción del agregado fino.



Foto N°8: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino de forma manual.



Foto N°9: Juego de tamices normados para el análisis granulométrico.



Foto N°10: Ensayo de peso unitario seco suelto



Foto N°11: Varillado del agregado fino para el ensayo de peso unitario seco compactado.



Foto N°12: Proceso de enrasado de la superficie del molde para su posterior pesaje.



Foto N°13: Anotación y control de pesos para los respectivos cálculos del ensayo de peso unitario seco compactado.



Foto N°14: Proceso del ensayo de determinación de la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200.

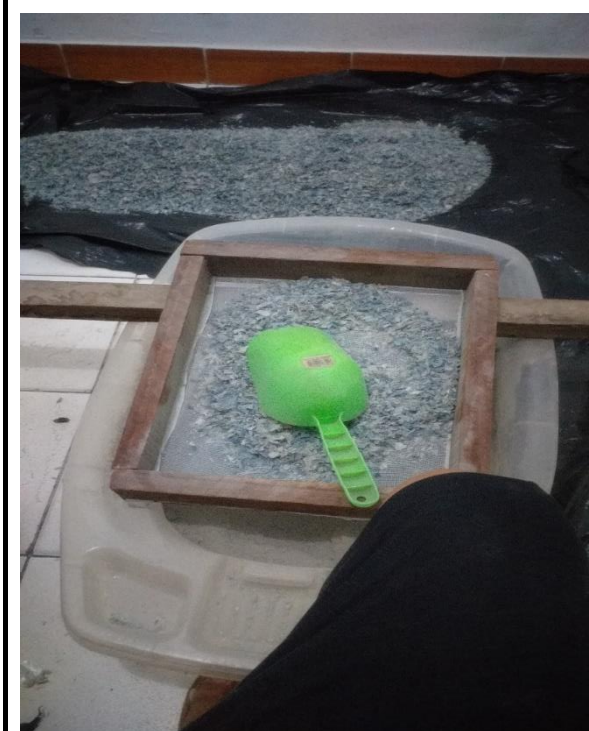


Foto N°15: Tamizado del PET (separado de partículas grandes)



Foto N°16: Tamizado del PET (separado de partículas grandes)



Foto N°17: Tamizado del PET (separado de partículas grandes)



Foto N°18: PET clasificado por tamaño



Foto N°19: Moldes para la elaboración de las unidades de albañilería



Foto N°20: Moldes para la elaboración de las unidades de albañilería



Foto N°21: agregado PET



Foto N°22: Dosificación del cemento y PET para la mezcla de las unidades de albañilería



Foto N°23: Preparación de la mezcla para la elaboración del ladrillo



Foto N°24: verificación de la humedad de la mezcla



Foto N°25: Proceso de elaboración de las unidades de albañilería



Foto N°26: Proceso de elaboración de las unidades de albañilería



Foto N°27: Unidades de albañilería terminadas



Foto N°28: Unidades de albañilería terminadas



**Foto N°29: Ensayo de variación dimensional**



**Foto N°30: Registro y medición de las unidades de albañilería para posteriores cálculos (Variación dimensional)**



**Foto N°31: Registro y medición de las unidades de albañilería para posteriores cálculos (Variación dimensional)**



**Foto N°32: Desarrollo de ensayo de alabeo**



**Foto N°33: Proceso de verificación de alabeo en las unidades de albañilería (cóncavo o convexo)**



**Foto N°34: Determinación del peso para el ensayo de absorción de las unidades de albañilería.**



**Foto N°35: Secado en horno de las unidades de albañilería, para realizar los ensayos respectivos.**



**Foto N°36: Saturación de las unidades de albañilería para el ensayo de absorción.**



Foto N°37: Prueba de resistencia a la compresión individual de las unidades de albañilería



Foto N°38: Prueba de resistencia a la compresión individual de las unidades de albañilería




Foto N°39: Prueba de resistencia a la compresión individual de las unidades de albañilería



Foto N°40: Prueba de resistencia a la compresión individual de las unidades de albañilería

# RESULTADOS DE LABORATORIO

## CARACTERIZACION DEL AGREGADO FINO

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Víctor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

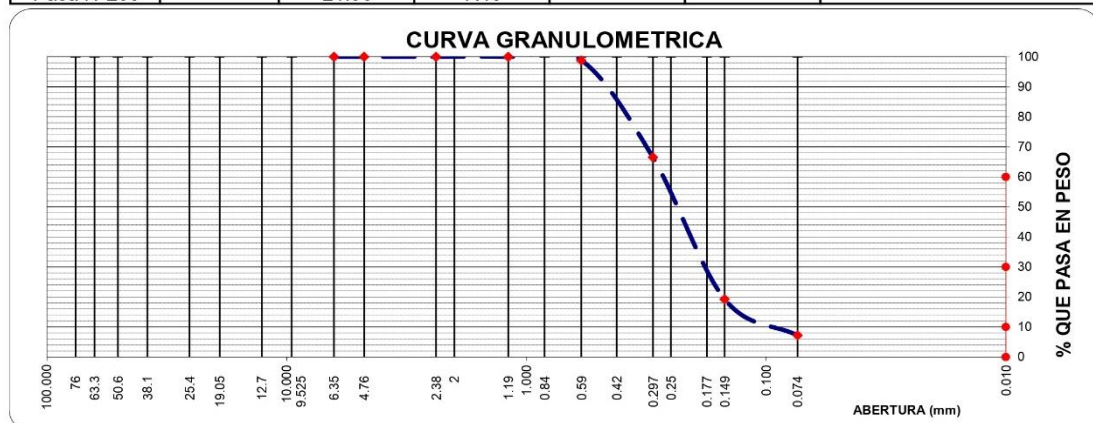
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

#### DATOS DE CAMPO

Cantera : Alberca  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP-SM
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
N°16	1.190	0.10	0.03	0.03	99.97	
N°30	0.590	3.62	1.18	1.22	98.78	
N°50	0.297	98.63	32.27	33.49	66.51	
N°100	0.149	144.47	47.27	80.76	19.24	
N°200	0.074	36.85	12.06	92.81	7.19	
Pasa N°200		21.96	7.19			

**Peso de Muestra en Gr.**  
 Muestra Seca : 305.63  
 Muestra Lavada: 283.67  
  
**MF : 1.15**  
**Superficie específica: 64.66**




**ESPECIFICACIONES :** El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por la testista.

**RESULTADOS :** Arena mal graduada, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP-SM - A-3 (0).  
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 7.19 %.  
 El módulo de fineza del agregado es 1.15.

  
 Ing. JUAN JESUS OCARA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Víctor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Alberca  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.


N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7139	7121	7147
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4221	4203	4229
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.493	1.487	1.496
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>	<b>1.492</b>		
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>	<b>45.01%</b>		

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladado al Laboratorio por los testistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1.492 Kg/m3.

  
 Ing. JUAN JESUS OCANAAPONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Alberca  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.


N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7710	7714	7719
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4792	4796	4801
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.695	1.696	1.698
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>	<b>1.696</b>		
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>	<b>37.28%</b>		

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladado al Laboratorio por los tesistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1.696 Kg/m3.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 128

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Alberca  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

#### Agregado Fino


N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	230.79	227.28	225.29	
<b>B</b>	Peso Frasco + H2O	707.46	676.32	719.23	
<b>C</b>	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	938.25	903.60	944.52	
<b>D</b>	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	850.34	816.69	862.23	
<b>E</b>	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	87.91	86.91	82.29	
<b>F</b>	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	229.51	226.02	223.97	
<b>G</b>	Vol. Masa = (E-A+F)	86.63	85.65	80.97	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.611	2.601	2.722	<b>2.644</b>
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.625	2.615	2.738	<b>2.659</b>
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.649	2.639	2.766	<b>2.685</b>
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.56	0.56	0.59	<b>0.57</b>

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladado al Laboratorio por los tesisistas.

**RESULTADOS :** El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.644 gr/cc.  
 El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.57%.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Víctor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.


**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200  
ASTM C - 117**

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	385.64	384.15	325.48
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	350.36	351.27	296.86
PESO DE TARA (gr)	80.36	80.45	75.48
% QUE PASA LA MALLA N°200	11.56	10.83	11.45
<b>PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200</b>	<b>11.28</b>		

- ESPECIFICACIONES :** El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.
- OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladado al laboratorio por los tesistas.
- RESULTADOS :** El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 11.28 %.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

# CARACTERIZACION DEL PET

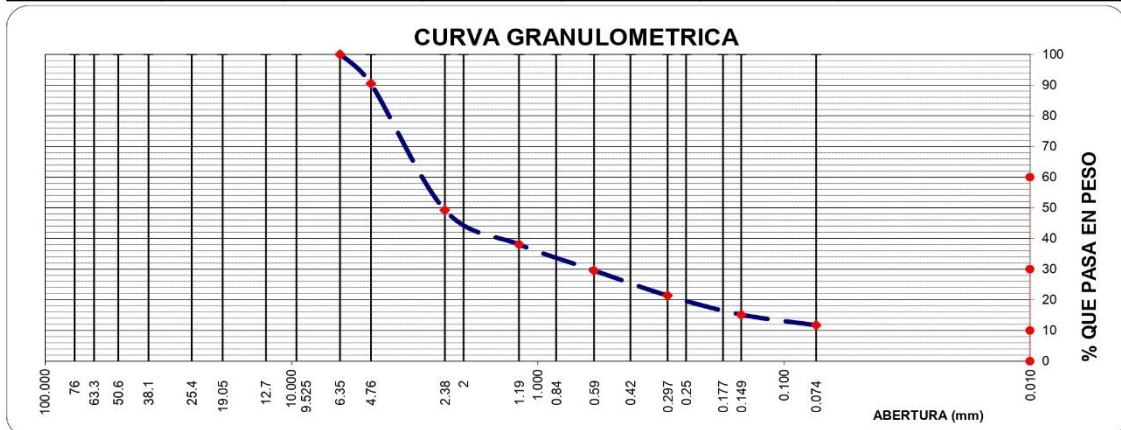
<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

### DATOS DE CAMPO

Cantera : PET (material reciclado)  
 Ubicación : ---

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					Clas. SUCS : SP-SM Clas. AASHTO : A-1-a (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760					
N°08	2.380				49.26	
N°16	1.190	33.65	11.22	61.95	38.05	
N°30	0.590	25.45	8.48	70.44	29.56	
N°50	0.297	24.52	8.17	78.61	21.39	
N°100	0.149	18.63	6.21	84.82	15.18	
N°200	0.074	10.36	3.45	88.27	11.73	
Pasa N°200		35.18	11.73			
						<b>MF : 3.56</b> <b>Superficie específica: 31.67</b>



**ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesisistas.

**RESULTADOS** : El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 11.73 %.  
 El módulo de fineza del agregado es 3.56.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : PET (material reciclado)  
 Ubicación : ---


N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	4021	4021	4024
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	1103	1103	1106
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	0.390	0.390	0.391
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>	<b>390</b>		
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>	<b>73.20%</b>		

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesisistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Suelto es 390 Kg/m3.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : PET (material reciclado)  
 Ubicación : ---


N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	4255	4272	4260
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	1337	1354	1342
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	0.473	0.479	0.475
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>	<b>476</b>		
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>	<b>67.18%</b>		

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesisistas.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Compactado es 476 Kg/m3.

  
 Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 128

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : PET (material reciclado)  
 Ubicación : ---

**Agregado Fino**

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	133.36	140.06	136.71	
<b>B</b>	Peso Frasco + H2O	719.23	707.46	719.23	
<b>C</b>	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	852.59	847.52	855.94	
<b>D</b>	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	756.19	752.89	761.54	
<b>E</b>	Vol. Masa + Vol. de Vacio = (C-D)	96.40	94.63	94.40	
<b>F</b>	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	132.89	139.58	136.29	
<b>G</b>	Vol. Masa = (E-A+F)	95.93	94.15	93.98	
Peso Especifico Bulk (Base Seca)= (F/E)		1.379	1.475	1.444	<b>1.432</b>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		1.383	1.480	1.448	<b>1.437</b>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)=(F/G)		1.385	1.483	1.450	<b>1.439</b>
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.35	0.34	0.31	<b>0.34</b>

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo Gravedad Especifica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado PET, trasladada al Laboratorio por los tesisistas.

**RESULTADOS :** El promedio del Peso Especifico del PET es 1.432 gr/cc.  
 El promedio del % de Absorción del PET es 0.34%.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

## DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

### INFORMACIÓN

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	APU Tipo GU
Peso Específico	:	3.05 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

##### 2. AGREGADOS

##### AGREGADO FINO

Peso Específico	:	2.644 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.57 %
Peso Unitario Suelto	:	1,492 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,696 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	:	1.15
Humedad para Diseño	:	3.51 %

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua	:	290 Lts/m <sup>3</sup>			
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.67			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	290.00 / 0.67	=	432.8 = 10.18 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %			

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	432.8 / 3050	=	0.142 m <sup>3</sup>
Agua	:	290.00 / 1000	=	0.290 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m <sup>3</sup>
				<u>0.517 m<sup>3</sup></u>

Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.517	=	0.483 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	0.483 x 2644	=	1277.3 kg

##### 5. VALORES DE DISEÑO


Cemento	:	432.8 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	290.0 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1277.3 Kg/m <sup>3</sup>

##### 6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1277.30 x 1.0351	=	1322.13 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	3.51 - 0.57	=	2.94 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1277.30 x 0.0294	=	37.55 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	290.00 - 37.55	=	252.4 Lts.



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

**7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	432.8 Kg/m3
Agua	:	252.4 Lts/m3
Agregado Fino	:	1322.1 Kg/m3

**8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	432.80	/	432.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1322.13	/	432.80	=	3.05
Agua	:	0.58	x	42.50	=	24.65

<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>	:	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	Lts/m3
		<b>1</b>	<b>3.05</b>	<b>24.65</b>	

**9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1544.37 Kg/m3

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b>	:	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	Lts/m3
		<b>1</b>	<b>2.94</b>	<b>24.65</b>	

**10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	129.6 Kg
Agua Efectiva	:	24.65 lts.

**ESPECIFICACIONES** : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES** : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.



Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

## DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA-PET AL 8%:

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

<b>DATO DE CAMPO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>MATERIAL RECICLADO</b>
Cantera :	Alberca	PET (material reciclado)
Ubicación :	Carretera Iquitos a Nauta km 14+000	---

#### INFORMACION

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

Marca y Tipo :	APU Tipo GU
Peso Específico :	3.05 gr/cc
Peso Unitario :	1500 kg/m <sup>3</sup>

##### 2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO	PET (MATERIAL RECICLADO)
Peso Específico :	2.644 gr/cc	1.432 gr/cc
Porcentaje de Absorción :	0.57 %	0.34 %
Peso Unitario Suelto :	1,492 Kg/m <sup>3</sup>	390 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado :	1,696 Kg/m <sup>3</sup>	476 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza :	1.15	3.56
Tamaño Maximo Nominal :	---	---
Humedad para Diseño :	3.51 %	0.00 %

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua :	290	Lts/m <sup>3</sup>			
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.67				
Factor Cemento :	<b>C=A/Rac</b>	290.00	/	0.67	= 432.8 = 10.18 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado :	8.50	%			
Combinación de Agregados :	92%	A. FINO			8% PET (material reciclado)

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA


Cemento :	432.8	/	3050	=	0.142 m <sup>3</sup>
Agua :	290.00	/	1000	=	0.290 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado :	8.50	/	100	=	0.085 m <sup>3</sup>
					<u>0.517 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados :	1.000	-	0.516902	=	0.483 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino :	92%	0.444	x	2644	=
Peso del Agregado del PET :	8%	0.039	x	1432	=


##### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento :	432.8	Kg/m <sup>3</sup>
Agua :	290.0	Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino :	1173.9	Kg/m <sup>3</sup>
PET :	55.8	Kg/m <sup>3</sup>

##### 6. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino :	1173.94	x	1.0351	=	1215.1 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Humedo del PET :	55.85	x	1.0000	=	55.8 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino :	3.51	-	0.57	=	2.94 %
Humedad Superficial del PET :	0.00	-	0.34	=	-0.34 %
Aporte de Humedad A. Fino :	1173.94	x	0.0294	=	34.51 Lts.
Aporte de Humedad del PET :	55.85	x	-0.0034	=	-0.19 Lts.
					<u>34.32 Lts.</u>
Agua Efectiva de Diseño :	290.00	-	34.32	=	255.70 Lts.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Víctor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

**7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	432.8 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	255.7 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1215.1 Kg/m <sup>3</sup>
PET	:	55.8 Kg/m <sup>3</sup>

**8. PROPORCION EN PESO (Kg)**

Cemento	:	432.80	/	432.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1215.1	/	432.80	=	2.81
PET	:	55.8	/	432.80	=	0.13
Agua	:	0.59	x	42.50	=	25.08

<b>DOSIFICACION EN PESO</b>	:	<b>C</b>	:	<b>AF</b>	:	<b>PET</b>	:	<b>Agua</b>	Lts/m <sup>3</sup>
		<b>1</b>		<b>2.81</b>		<b>0.13</b>		<b>25.08</b>	

**9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)**

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1544.37 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Humedo del PET	:	390.00 Kg/m <sup>3</sup>

<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>	:	<b>C</b>	:	<b>AF</b>	:	<b>PET</b>	:	<b>Agua</b>	Lts/m <sup>3</sup>
		<b>1</b>		<b>2.71</b>		<b>0.50</b>		<b>25.08</b>	

**10. DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	119.4 Kg
PET	:	5.5 Kg
Agua Efectiva	:	25.1 lts.

**ESPECIFICACIONES** : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES** : El material en la mezcla es arena blanca y material reciclado PET, traslada al laboratorio por los tesisas. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

**RECOMENDACIONES** : Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

## DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA-PET AL 15%:

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Víctor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

<u>DATO DE CAMPO</u>	<u>AGREGADO FINO</u>	<u>MATERIAL RECICLADO</u>
Cantera :	Alberca	PET (material reciclado)
Ubicación :	Carretera Iquitos a Nauta km 14+000	---

### INFORMACION

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

Marca y Tipo :	<b>APU Tipo GU</b>
Peso Específico :	3.05 gr/cc
Peso Unitario :	1500 kg/m <sup>3</sup>

##### 2. AGREGADOS

	<u>AGREGADO FINO</u>	<u>PET (MATERIAL RECICLADO)</u>
Peso Específico :	2.644 gr/cc	1.432 gr/cc
Porcentaje de Absorción :	0.57 %	0.34 %
Peso Unitario Suelto :	1,492 Kg/m <sup>3</sup>	390 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado :	1,696 Kg/m <sup>3</sup>	476 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza :	1.15	3.56
Tamaño Maximo Nominal :	---	---
Humedad para Diseño :	3.51 %	0.00 %

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua :	290	Lts/m <sup>3</sup>			
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.67				
Factor Cemento :	<b>C=A/Rac</b>	290.00	/	0.67	= 432.8 = 10.18 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado :	8.50	%			
Combinación de Agregados :	85%	A. FINO		15%	PET (material reciclado)

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento :	432.8	/	3050	=	0.142 m <sup>3</sup>
Agua :	290.00	/	1000	=	0.290 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado :	8.50	/	100	=	0.085 m <sup>3</sup>
					<u>0.517 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados :	1.000	-	0.516902	=	0.483 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino :	85%	0.411	x	2644	= 1086.7 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado del PET :	15%	0.072	x	1432	= 103.1 m <sup>3</sup>

##### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento :	432.8	Kg/m <sup>3</sup>
Agua :	290.0	Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino :	1086.7	Kg/m <sup>3</sup>
PET :	103.1	Kg/m <sup>3</sup>

##### 6. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino :	1086.68	x	1.0351	=	1124.8 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Humedo del PET :	103.10	x	1.0000	=	103.1 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino :	3.51	-	0.57	=	2.94 %
Humedad Superficial del PET :	0.00	-	0.34	=	-0.34 %
Aporte de Humedad A. Fino :	1086.68	x	0.0294	=	31.95 Lts.
Aporte de Humedad del PET :	103.10	x	-0.0034	=	-0.35 Lts.
					<u>31.60 Lts.</u>
Agua Efectiva de Diseño :	290.00	-	31.60	=	258.40 Lts.

  
 Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

**7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	432.8 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	258.4 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1124.8 Kg/m <sup>3</sup>
PET	:	103.1 Kg/m <sup>3</sup>

**8. PROPORCION EN PESO (Kg)**

Cemento	:	432.80	/	432.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1124.8	/	432.80	=	2.60
PET	:	103.1	/	432.80	=	0.24
Agua	:	0.60	x	42.50	=	25.50

<b>DOSIFICACION EN PESO</b>	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>PET</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.60</td> <td>0.24</td> <td>25.50</td> </tr> </table>	C	AF	PET	Agua	1	2.60	0.24	25.50	Lts/m <sup>3</sup>
C	AF	PET	Agua								
1	2.60	0.24	25.50								

**9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)**

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1544.37 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Humedo del PET	:	390.00 Kg/m <sup>3</sup>

<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>PET</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.50</td> <td>0.92</td> <td>25.50</td> </tr> </table>	C	AF	PET	Agua	1	2.50	0.92	25.50	Lts/m <sup>3</sup>
C	AF	PET	Agua								
1	2.50	0.92	25.50								

**10. DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	110.5 Kg
PET	:	10.2 Kg
Agua Efectiva	:	25.5 lts.

**ESPECIFICACIONES** : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES** : El material en la mezcla es arena blanca y material reciclado PET, traslada al laboratorio por los tesisistas. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

**RECOMENDACIONES** : Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

## DISEÑO DE MEZCLA, CEMENTO-ARENA-PET AL 22%:

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Víctor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

<u>DATO DE CAMPO</u>	<u>AGREGADO FINO</u>	<u>MATERIAL RECICLADO</u>
Cantera :	Alberca	PET (material reciclado)
Ubicación :	Carretera Iquitos a Nauta km 14+000	---

### INFORMACION

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

Marca y Tipo :	<b>APU Tipo GU</b>
Peso Específico :	3.05 gr/cc
Peso Unitario :	1500 kg/m <sup>3</sup>

##### 2. AGREGADOS

	<u>AGREGADO FINO</u>	<u>PET (MATERIAL RECICLADO)</u>
Peso Específico :	2.644 gr/cc	1.432 gr/cc
Porcentaje de Absorción :	0.57 %	0.34 %
Peso Unitario Suelto :	1,492 Kg/m <sup>3</sup>	390 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado :	1,696 Kg/m <sup>3</sup>	476 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza :	1.15	3.56
Tamaño Maximo Nominal :	---	---
Humedad para Diseño :	3.51 %	0.00 %

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua :	290	Lts/m <sup>3</sup>			
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.67				
Factor Cemento :	<b>C=A/Rac</b>	290.00	/	0.67	= 432.8 = 10.18 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado :	8.50	%			
Combinación de Agregados :	78%	A. FINO		22%	PET (material reciclado)

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento :	432.8	/	3050	=	0.142 m <sup>3</sup>
Agua :	290.00	/	1000	=	0.290 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado :	8.50	/	100	=	0.085 m <sup>3</sup>
					<u>0.517 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados :	1.000	-	0.516902	=	0.483 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino :	78%	0.377	x	2644	= 996.8 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado del PET :	22%	0.106	x	1432	= 151.8 m <sup>3</sup>

##### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento :	432.8	Kg/m <sup>3</sup>
Agua :	290.0	Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino :	996.8	Kg/m <sup>3</sup>
PET :	151.8	Kg/m <sup>3</sup>

##### 6. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino :	996.79	x	1.0351	=	1031.8 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Humedo del PET :	151.79	x	1.0000	=	151.8 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino :	3.51	-	0.57	=	2.94 %
Humedad Superficial del PET :	0.00	-	0.34	=	-0.34 %
Aporte de Humedad A. Fino :	996.79	x	0.0294	=	29.31 Lts.
Aporte de Humedad del PET :	151.79	x	-0.0034	=	<u>-0.52 Lts.</u>
					28.79 Lts.
Agua Efectiva de Diseño :	290.00	-	28.79	=	261.20 Lts.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

**7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	432.8 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	261.2 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1031.8 Kg/m <sup>3</sup>
PET	:	151.8 Kg/m <sup>3</sup>

**8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	432.80	/	432.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1031.8	/	432.80	=	2.38
PET	:	151.8	/	432.80	=	0.35
Agua	:	0.60	x	42.50	=	25.50

<b>DOSIFICACION EN PESO</b>	:	<b>C</b>	:	<b>AF</b>	:	<b>PET</b>	:	<b>Agua</b>	Lts/m <sup>3</sup>
		<b>1</b>		<b>2.38</b>		<b>0.35</b>		<b>25.50</b>	

**9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)**

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1544.37 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Humedo del PET	:	390.00 Kg/m <sup>3</sup>

<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>	:	<b>C</b>	:	<b>AF</b>	:	<b>PET</b>	:	<b>Agua</b>	Lts/m <sup>3</sup>
		<b>1</b>		<b>2.29</b>		<b>1.33</b>		<b>25.50</b>	

**10. DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	101.2 Kg
PET	:	14.9 Kg
Agua Efectiva	:	25.5 lts.

**ESPECIFICACIONES** : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES** : El material en la mezcla es arena blanca y material reciclado PET, traslada al laboratorio por los tesisistas. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

**RECOMENDACIONES** : Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

## ENSAYO DE LABORATORIO SIN PET:

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## MEDIDA DEL TAMAÑO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

NORMA N.T.P. 399.604

### Datos del ensayo:

Cantidad del PET : SIN PET

Dimensiones : Ancho: 100 mm. Largo: 200 mm. Alto: 150 mm.

Nº Mst.	Descripcion	Ancho (mm)	% variacion ancho	Largo (mm)	% variación largo	Alto (mm)	% variación alto	Resultados
M-1	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	100.5	-0.5	201.3	-0.6	141.5	5.7	Variacion % promedio del ancho -2.4 %
M-2	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	98.9	1.1	201.1	-0.6	135.2	9.8	
M-3	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	103.0	-3.0	203.0	-1.5	147.8	1.5	
M-4	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	103.4	-3.4	202.3	-1.2	146.3	2.4	Variacion % promedio del largo -1.2 %
M-5	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	102.8	-2.8	202.4	-1.2	136.4	9.1	
M-6	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	102.2	-2.2	202.2	-1.1	143.2	4.5	
M-7	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	103.4	-3.4	203.6	-1.8	145.0	3.3	Variacion % promedio del alto 4.8 %
M-8	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	104.2	-4.2	202.6	-1.3	142.8	4.8	
M-9	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	104.0	-4.0	201.9	-1.0	145.2	3.2	
M-10	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	102.0	-2.0	203.5	-1.8	143.9	4.1	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## MEDIDA DEL ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

NORMA N.T.P. 399.613

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : SIN PET      Fecha de elaboración      21/03/2024  
 Fecha de ensayo      18/04/2024  
 Edad en días      28

Nº Mst.	Descripción	CARAS MAYORES			
		CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		Concavo	convexo	Concavo	convexo
M-1	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	0.00	0.00	0.00	0.00
M-2	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	1.00	0.00	1.00	0.00
M-3	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	0.00	1.00	0.00	1.00
M-4	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	0.00	0.00	0.00	0.00
M-5	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	1.00	0.00	0.00	0.00
M-6	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	0.00	0.00	1.00	0.00
M-7	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	0.00	1.00	0.00	1.00
M-8	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	1.00	0.00	0.00	0.00
M-9	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	0.00	1.00	0.00	0.00
M-10	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	0.00	1.00	0.00	1.00

**RESULTADOS** : - Se obtuvieron los siguiente resultados:

Promedio de caras mayores en concavo 0.25 mm.

Promedio de caras mayores en convexo 0.35 mm.



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLO

### NORMA ASTM C-67

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PE1 : **SIN PET**

Fecha de elaboración 21/03/2024


Fecha de ensayo 18/04/2024

Edad en días 28

Nº Mst.	Descripcion	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Contenido de agua absorbida (%)	Promedio de contenido de agua absorbida (%)
M-1	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	3562.00	3909.30	<b>9.75</b>	<b>11.64</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	3625.00	4069.50	<b>12.26</b>	
M-3	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	3614.00	4078.20	<b>12.84</b>	
M-4	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	3541.00	3820.70	<b>7.90</b>	
M-5	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	3456.00	3990.50	<b>15.47</b>	



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**


Cantidad del PET : SIN PET  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 28/03/2024  
 Edad en días : 7

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 66 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 2.81 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 4.26 %

Nº Mst.	Descripción	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.77	204.42	206.60	125.36	12783	62	<b>66</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.17	207.46	207.82	139.32	14207	68	
M-3	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	209.20	208.38	208.79	135.17	13784	66	
M-4	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	206.65	210.12	208.38	140.28	14305	69	
M-5	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	206.04	207.26	206.65	137.49	14020	68	
M-6	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	209.29	208.28	208.78	138.25	14098	68	
M-7	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.38	208.89	208.64	133.36	13599	65	
M-8	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	209.26	208.18	208.72	124.27	12672	61	
M-9	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	206.54	208.89	207.72	139.18	14192	68	
M-10	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	207.04	208.17	207.61	137.28	13999	67	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR. LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : SIN PET  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 04/04/2024  
 Edad en días : 14


**Resultados:**

Promedio de resistencia : 82 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 2.28 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 2.79 %

Nº Mst.	Descripcion	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	205.54	207.88	206.71	171.32	17470	85	<b>82</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	209.81	203.81	206.81	165.36	16862	82	
M-3	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.49	206.85	207.67	163.36	16658	80	
M-4	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.28	206.04	207.16	166.95	17024	82	
M-5	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	210.22	205.03	207.62	168.52	17184	83	
M-6	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	210.42	207.06	208.74	159.63	16278	78	
M-7	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	207.56	204.62	206.09	171.24	17462	85	
M-8	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	209.58	209.19	209.38	164.39	16763	80	
M-9	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	209.07	208.49	208.78	161.36	16454	79	
M-10	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	206.15	208.49	207.32	168.64	17196	83	



Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR. LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**


Cantidad del PET : SIN PET  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 11/04/2024  
 Edad en días : 21

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 91 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 3.67 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 4.03 %

Nº Mst.	Descripción	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.59	203.81	206.20	192.36	19615	95	<b>91</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.28	206.96	207.62	178.36	18188	88	
M-3	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.05	205.94	207.00	179.32	18286	88	
M-4	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	207.05	205.94	206.50	187.36	19105	93	
M-5	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	210.12	208.08	209.10	193.62	19744	94	
M-6	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.69	211.87	210.28	189.36	19309	92	
M-7	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.49	207.26	207.87	189.28	19301	93	
M-8	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.49	207.26	207.87	174.39	17783	86	
M-9	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.45	210.12	209.28	178.27	18178	87	
M-10	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	207.16	207.67	207.41	194.36	19819	96	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : SIN PET  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 18/04/2024  
 Edad en días : 28

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 107 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 3.07 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 2.87 %

Nº Mst.	Descripcion	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	201.95	202.71	202.33	213.83	21805	108	<b>107</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	196.89	200.80	198.85	209.36	21349	107	
M-3	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	203.96	214.34	209.15	218.15	22245	106	
M-4	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	206.11	212.42	209.27	230.52	23506	112	
M-5	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	203.89	212.32	208.11	215.63	21988	106	
M-6	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	207.48	205.76	206.62	216.39	22066	107	
M-7	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	204.55	216.55	210.55	217.36	22165	105	
M-8	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	208.02	214.04	211.03	225.14	22958	109	
M-9	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	209.82	210.21	210.01	206.39	21046	100	
M-10	Ladrillo macizo de concreto cemento - arena	205.33	209.84	207.59	214.39	21862	105	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

## ENSAYOS DE LABORATORIO CON PET AL 8%:

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.


### MEDIDA DEL TAMAÑO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 8.00 %  
 Dimensiones : Ancho: 100 mm. Largo: 200 mm. Alto: 150 mm.

Nº Mst.	Descripción	Ancho (mm)	% variación ancho	Largo (mm)	% variación largo	Alto (mm)	% variación alto	Resultados
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	102.0	-2.0	203.1	-1.6	142.9	4.8	Variación % promedio del ancho -3.0 %
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	102.2	-2.2	203.6	-1.8	144.1	3.9	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	102.9	-2.8	203.3	-1.6	146.8	2.2	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	104.3	-4.3	204.1	-2.0	144.2	3.9	Variación % promedio del largo -1.8 %
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	103.0	-3.0	202.4	-1.2	144.6	3.6	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	103.4	-3.4	202.8	-1.4	145.6	2.9	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	103.1	-3.1	204.1	-2.1	143.6	4.2	Variación % promedio del alto 3.7 %
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	103.8	-3.8	204.3	-2.1	143.0	4.7	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	102.8	-2.8	203.8	-1.9	143.9	4.1	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	102.4	-2.3	204.1	-2.1	145.8	2.8	

  
 Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## MEDIDA DEL ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

NORMA N.T.P. 399.613

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 8.00 %      Fecha de elaboración 21/03/2024  
 Fecha de ensayo 18/04/2024  
 Edad en días 28

N° Mst.	Descripcion	CARAS MAYORES			
		CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		Concavo	convexo	Concavo	convexo
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	1.00	0.00	0.00	1.00
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	0.00	1.00	0.00
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	0.00	0.00	0.00
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	1.00	0.00	0.00
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	0.00	0.00	0.00
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	1.00	0.00	1.00	0.00
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	0.00	0.00	1.00
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	0.00	0.00	0.00
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	1.00	0.00	1.00
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	0.00	0.00	0.00	0.00

**RESULTADOS** : - Se obtuvieron los siguiente resultados:

Promedio de caras mayores en concavo 0.2 mm.  
 Promedio de caras mayores en convexo 0.25 mm.

  
 Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLO


### NORMA ASTM C-67

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : **8.00 %**      Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 18/04/2024  
 Edad en días : 28

Nº Mst.	Descripción	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Contenido de agua absorbida (%)	Promedio de contenido de agua absorbida (%)
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	3785.00	4190.60	<b>10.72</b>	<b>10.74</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	3785.00	4189.20	<b>10.68</b>	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	3920.00	4309.70	<b>9.94</b>	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	3826.00	4275.20	<b>11.74</b>	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	3958.00	4378.80	<b>10.63</b>	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 8.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 28/03/2024  
 Edad en días : 7


**Resultados:**

Promedio de resistencia : 58 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 4.02 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 6.93 %

Nº Mst.	Descripción	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	207.16	211.97	209.57	124.36	12681	61	<b>58</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	208.49	208.18	208.33	119.62	12198	59	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	207.26	208.07	207.67	115.27	11754	57	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	209.70	207.26	208.48	110.39	11257	54	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	208.49	207.15	207.82	115.47	11775	57	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	206.65	209.60	208.13	110.29	11246	54	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	206.13	208.18	207.16	112.34	11455	55	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	210.42	208.18	209.30	137.35	14006	67	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	215.37	206.23	210.80	121.65	12405	59	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	207.77	209.48	208.62	110.02	11219	54	



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 8.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 04/04/2024  
 Edad en días : 14


**Resultados:**

Promedio de resistencia : 67 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 3.07 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 4.58 %

Nº Mst.	Descripcion	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	208.47	209.40	208.94	136.25	13894	67	<b>67</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	205.54	207.56	206.55	130.25	13282	64	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	205.03	207.26	206.14	127.48	12999	63	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	205.13	210.93	208.03	139.62	14237	68	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	204.62	206.25	205.44	145.34	14821	72	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	207.56	209.61	208.59	131.24	13383	64	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	208.77	209.30	209.04	134.84	13750	66	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	206.65	212.86	209.75	136.25	13894	66	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	209.91	211.97	210.94	148.41	15134	72	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	213.61	208.88	211.24	136.94	13964	66	



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 8.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 18/04/2024  
 Edad en días : 28

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 86 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 2.29 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 2.66 %

Nº Mst.	Descripcion	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f'b (kgf)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	205.79	208.71	207.25	175.36	17882	86	<b>86</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	205.72	210.41	208.06	170.36	17372	84	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	208.71	209.43	209.07	180.36	18392	88	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	210.23	215.36	212.79	181.41	18499	87	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	208.67	208.32	208.50	183.62	18724	90	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	210.24	208.88	209.56	173.78	17721	85	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	209.75	211.12	210.44	175.63	17909	85	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	211.46	212.61	212.04	170.14	17349	82	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	206.96	211.84	209.40	173.36	17678	84	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 8% de PET	207.44	210.36	208.90	176.25	17972	86	



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

## ENSAYOS DE LABORATORIO CON PET AL 15%:

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR. LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

### MEDIDA DEL TAMAÑO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 15.00 %  
 Dimensiones : Ancho: 100 mm. Largo: 200 mm. Alto: 150 mm.

Nº Mst.	Descripcion	Ancho (mm)	% variacion ancho	Largo (mm)	% variación largo	Alto (mm)	% variación alto	Resultados
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	101.1	-1.1	203.8	-1.9	141.5	5.7	Variacion % promedio del ancho -3.1 %
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	102.5	-2.5	203.1	-1.5	145.4	3.0	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	103.0	-2.9	204.4	-2.2	142.1	5.3	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	102.9	-2.9	204.2	-2.1	142.4	5.1	Variacion % promedio del largo -1.8 %
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	103.7	-3.7	202.8	-1.4	143.2	4.5	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	103.3	-3.3	203.7	-1.9	141.5	5.7	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	103.3	-3.3	203.0	-1.5	146.1	2.6	Variacion % promedio del alto 4.4 %
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	104.3	-4.3	203.3	-1.6	144.3	3.8	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	103.1	-3.1	203.9	-1.9	144.9	3.4	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	103.3	-3.3	203.5	-1.8	142.4	5.1	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLO

### NORMA ASTM C-67


**Datos del ensayo:**

Cantidad del PE1 : 15.00 %      Fecha de elaboración 21/03/2024  
 Fecha de ensayo 18/04/2024  
 Edad en días 28

Nº Mst.	Descripcion	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Contenido de agua absorbida (%)	Promedio de contenido de agua absorbida (%)
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	3758.00	4467.40	<b>18.88</b>	<b>10.44</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	3862.00	4012.90	<b>3.91</b>	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	3962.00	4390.00	<b>10.80</b>	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	3714.00	4190.10	<b>12.82</b>	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	3961.00	4190.10	<b>5.78</b>	



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR. LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**


Cantidad del PET : 15.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 28/03/2024  
 Edad en días : 7

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 45 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 2.78 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 6.19 %

Nº Mst.	Descripción	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	205.54	211.34	208.44	104.36	10642	51	<b>45</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	209.70	207.37	208.53	90.36	9214	44	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	207.46	208.28	207.87	95.36	9724	47	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.12	208.18	209.15	91.25	9305	44	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	208.28	208.28	208.28	88.27	9001	43	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	207.97	207.47	207.72	97.24	9916	48	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	207.97	209.10	208.53	90.36	9214	44	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.10	207.36	208.73	89.17	9093	44	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	213.62	210.01	211.82	85.27	8695	41	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	206.55	210.21	208.38	91.47	9327	45	

  
 Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**


Cantidad del PET : 15.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 04/04/2024  
 Edad en días : 14

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 55 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 3.36 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 6.11 %

Nº Mst.	Descripcion	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	208.88	211.77	210.32	110.35	11253	54	<b>55</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	209.51	208.08	208.79	125.24	12771	61	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	206.86	210.02	208.44	110.65	11283	54	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.72	210.12	210.42	102.27	10429	50	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.02	210.72	210.37	105.47	10755	51	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.94	213.11	212.03	113.65	11589	55	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	206.54	209.60	208.07	117.00	11931	57	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	209.91	207.64	208.78	110.28	11245	54	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	205.23	208.05	206.64	117.62	11994	58	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	208.59	206.53	207.56	111.04	11323	55	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Víctor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**


Cantidad del PET : 15.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 11/04/2024  
 Edad en días : 21

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 63 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 1.94 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 3.07 %

Nº Mst.	Descripción	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	208.88	208.49	208.68	125.36	12783	61	<b>63</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	207.06	209.38	208.22	130.25	13282	64	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	207.77	210.01	208.89	128.27	13080	63	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	206.65	207.46	207.06	120.64	12302	59	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	206.35	208.59	207.47	126.31	12880	62	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	209.50	210.32	209.91	133.27	13590	65	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.63	206.65	208.64	130.27	13284	64	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	207.36	205.74	206.55	125.34	12781	62	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.74	205.54	208.14	132.25	13486	65	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.32	211.55	210.94	136.25	13894	66	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 15.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 18/04/2024  
 Edad en días : 28

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 71 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 3.44 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 4.85 %

Nº Mst.	Descripcion	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	206.73	205.41	206.07	154.36	15740	76	<b>71</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	206.90	209.28	208.09	150.36	15332	74	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	208.46	212.30	210.38	145.62	14849	71	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	209.74	210.40	210.07	149.39	15234	73	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	208.27	212.47	210.37	148.26	15118	72	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.01	210.91	210.46	146.95	14985	71	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	209.83	209.54	209.69	155.36	15842	76	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	211.68	212.35	212.02	140.28	14305	67	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	209.58	210.94	210.26	139.62	14237	68	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 15% de PET	210.45	210.16	210.30	136.25	13894	66	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

## ENSAYOS DE LABORATORIO CON PET AL 22%:

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.


### MEDIDA DEL TAMAÑO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 22.00 %  
 Dimensiones : Ancho: 100 mm. Largo: 200 mm. Alto: 150 mm.

Nº Mst.	Descripción	Ancho (mm)	% variación ancho	Largo (mm)	% variación largo	Alto (mm)	% variación alto	Resultados
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	102.9	-2.9	203.3	-1.6	143.9	4.1	Variación % promedio del ancho -3.5 %
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	103.2	-3.2	203.5	-1.7	143.8	4.2	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	102.8	-2.8	204.2	-2.1	143.1	4.6	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	103.9	-3.9	203.8	-1.9	143.3	4.5	Variación % promedio del largo -1.8 %
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	104.1	-4.1	203.6	-1.8	143.3	4.5	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	103.6	-3.5	204.7	-2.4	142.7	4.9	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	103.7	-3.7	204.0	-2.0	142.5	5.0	Variación % promedio del alto 4.8 %
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	103.8	-3.8	203.8	-1.9	140.8	6.1	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	103.8	-3.8	202.8	-1.4	142.4	5.1	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	103.5	-3.4	202.8	-1.4	142.3	5.1	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## MEDIDA DEL ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

NORMA N.T.P. 399.613

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 22.00 %      Fecha de elaboración 21/03/2024  
 Fecha de ensayo 18/04/2024  
 Edad en días 28

N° Mst.	Descripcion	CARAS MAYORES			
		CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		Concavo	convexo	Concavo	convexo
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	0.00	1.00	0.00	1.00
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	1.00	0.00	1.00	0.00
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	0.00	1.00	0.00	1.00
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	0.00	0.00	0.00	0.00
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	1.00	0.00	0.00	0.00
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	0.00	0.00	1.00	1.00
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	1.00	0.00	0.00	1.00
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	0.00	0.00	1.00	0.00
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	0.00	1.00	0.00	0.00
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	1.00	0.00	0.00	0.00

**RESULTADOS** : - Se obtuvieron los siguiente resultados:

Promedio de caras mayores en concavo 0.35 mm.

Promedio de caras mayores en convexo 0.35 mm.



Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLO


### NORMA ASTM C-67

**Datos del ensayo:**  
 Cantidad del PET : 22.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 18/04/2024  
 Edad en días : 28

Nº Mst.	Descripcion	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Contenido de agua absorbida (%)	Promedio de contenido de agua absorbida (%)
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	3865.00	4045.30	<b>4.66</b>	<b>9.36</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	3695.00	4103.70	<b>11.06</b>	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	3725.00	4089.20	<b>9.78</b>	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	3614.00	3987.10	<b>10.32</b>	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	3615.00	4011.20	<b>10.96</b>	



Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 22.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 28/03/2024  
 Edad en días : 7


**Resultados:**

Promedio de resistencia : 20 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 2.39 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 11.95 %

Nº Mst.	Descripción	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	207.87	206.75	207.31	46.35	4726	23	<b>20</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.60	208.88	209.24	49.36	5033	24	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.30	210.53	209.92	45.27	4616	22	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.62	207.57	209.09	34.18	3485	17	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.90	207.06	208.98	41.27	4208	20	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	212.01	209.40	210.70	38.64	3940	19	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	211.42	210.74	211.08	41.28	4209	20	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.80	207.97	209.39	42.17	4300	21	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	211.11	208.47	209.79	37.62	3836	18	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.88	207.97	208.93	35.48	3618	17	



Ing. JUAN JESUS OCANAAPONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.


## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

<b>Datos del ensayo:</b>	<b>Resultados:</b>
Cantidad del PET : 22.00 %	Promedio de resistencia : 31 kg/cm <sup>2</sup>
Fecha de elaboración : 21/03/2024	Desviación estandar : 2.58 kg/cm <sup>2</sup>
Fecha de ensayo : 04/04/2024	Coefficiente de variación : 8.33 %
Edad en días : 14	

Nº Mst.	Descripción	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.90	210.01	209.45	70.36	7175	34	<b>31</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.70	206.13	207.92	62.35	6358	31	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.97	207.05	208.01	68.51	6986	34	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.79	208.49	209.14	62.39	6362	30	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	207.77	209.91	208.84	71.24	7264	35	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.69	208.90	208.79	61.28	6249	30	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	207.77	209.00	208.38	62.94	6418	31	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	207.77	211.56	209.67	57.14	5827	28	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.08	208.28	208.18	55.36	5645	27	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.59	210.97	209.78	61.27	6248	30	

  
 Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 22.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 11/04/2024  
 Edad en días : 21


**Resultados:**

Promedio de resistencia : 39 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 3.36 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 8.61 %

Nº Mst.	Descripción	Área superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f' b (kgf)	f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.01	208.28	209.15	75.36	7685	37	<b>39</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	206.54	206.85	206.70	90.25	9203	45	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.48	204.83	207.15	74.36	7583	37	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.89	207.47	208.18	89.64	9141	44	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	206.45	207.45	206.95	81.27	8287	40	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.88	208.08	208.48	83.62	8527	41	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	207.87	207.67	207.77	70.28	7167	34	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	208.75	210.12	209.43	73.64	7509	36	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.93	208.07	209.50	78.52	8007	38	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	205.63	210.61	208.12	81.36	8296	40	



Ing. JUAN JESUS OCANA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>REUTILIZACION DE BOTELLAS PLASTICAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO ECOLÓGICO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, LORETO 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CHUCYA CHANCHARI, Victor Rafael. Br. DIAZ ALVIS, Davie Larry. <b>Asesor:</b> Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLO

NORMA N.T.P. 399.604

**Datos del ensayo:**

Cantidad del PET : 22.00 %  
 Fecha de elaboración : 21/03/2024  
 Fecha de ensayo : 18/04/2024  
 Edad en días : 28

**Resultados:**

Promedio de resistencia : 48 kg/cm<sup>2</sup>  
 Desviación estandar : 2.14 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de variación : 4.46 %

Nº Mst.	Descripcion	Area superior (cm <sup>2</sup> )	Área inferior (cm <sup>2</sup> )	Area bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Max.(kN)	f'b (kgf)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
M-1	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	207.92	210.60	209.26	100.36	10234	49	<b>48</b>
M-2	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.60	210.24	209.92	95.36	9724	46	
M-3	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.30	210.71	210.01	98.25	10019	48	
M-4	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.62	212.78	211.70	103.36	10540	50	
M-5	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.90	212.86	211.88	105.35	10743	51	
M-6	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	212.01	211.97	211.99	104.36	10642	50	
M-7	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	211.42	211.58	211.50	103.65	10569	50	
M-8	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	210.80	212.31	211.56	102.36	10438	49	
M-9	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	211.11	209.85	210.48	90.36	9214	44	
M-10	Ladrillo macizo de concreto con 22% de PET	209.88	209.67	209.77	97.52	9944	47	



Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 125103