



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares,  
Huachipa-2020

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

**AUTOR (ES):**

Ccoscco De La Cruz, Nicanor (ORCID: 0000-0002-8338-1528)

De La Cruz Cañavi, Luis Alfredo (ORCID: 0000-0003-2682-5791)

**ASESOR(A):**

Mgtr. Ing. Díaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-13045008)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**ATE-PERÚ**

2020

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicada a nuestros padres por el esfuerzo de aporte durante el proceso de este camino, a Dios por darnos sabiduría y fuerza para elegir esta carrera y guiarnos durante esta hermosa profesión.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres, por el respaldo y la oportunidad de seguir la carrera de ingeniería civil, y ser principalmente el motor y el motivo de seguir avanzando.

A la Universidad Cesar Vallejo por darnos las comodidades para el desarrollo de las investigaciones con el apoyo de sus laboratorios.

A los ingenieros que nos otorgaron sus conocimientos a través de estos años de formación.

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	v
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Variables y Operacionalización.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y     confiabilidad.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5 Procedimientos .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos.....</b>	<b>30</b>
<b>3.7 Aspectos éticos.....</b>	<b>31</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>102</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>109</b>
REFERENCIAS.....	110
ANEXOS .....	114

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> propiedades físicas del plástico PET .....	12
<b>Tabla2:</b> Clases de unidad de albañilería para fines estructurales.....	14
<b>Tabla 3:</b> Resistencias Características de la albañilería.....	15
<b>Tabla 4:</b> Matriz de Operacionalización de la Variable ladrillos ecológicos adicionando plástico PET .....	24
<b>Tabla 5:</b> Matriz de Operacionalización Variable Propiedades físico-Mecánica ....	25
<b>Tabla 6.</b> Análisis de población .....	26
<b>Tabla 7:</b> Cantidad de muestras a ensayar .....	27
<b>Tabla 8.</b> Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	28
<b>Tabla 9:</b> Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio .....	29
<b>Tabla 10.</b> Etapas de la metodología de trabajo.....	32
<b>Tabla 11.</b> Dosificación para los ladrillos ecológicos .....	34
<b>Tabla12:</b> Dosificación para morteros en proporción.....	37
<b>Tabla 13.</b> Resultados de ensayo granulométrico y límites de Atterberg.....	44
<b>Tabla 14.</b> Resultados de análisis granulométrico del PET .....	45
<b>Tabla 15.</b> Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 7 días de secado.....	46
<b>Tabla16:</b> Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 7 días de secado.....	46
<b>Tabla 17.</b> Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 28 días de secado.....	47
<b>Tabla 18:</b> Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 28 días de secado.....	47
<b>Tabla 19.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET .....	48
<b>Tabla 20.</b> Clasificación del ladrillo ecológico con 3% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado .....	49
<b>Tabla 21.</b> Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 7 días de secado.....	50
<b>Tabla22:</b> Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 7 días de secado.....	50

<b>Tabla 23:</b> Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 28 días de secado .....	51
<b>Tabla24:</b> Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 8 días de secado.....	51
<b>Tabla 25:</b> Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET .....	52
<b>Tabla 26:</b> Clasificación del ladrillo ecológico con 6% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado .....	53
<b>Tabla 27.</b> Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 7 días de secado.....	54
<b>Tabla 28:</b> Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 7 días de secado .....	54
<b>Tabla 29.</b> Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 28 días de secado .....	55
<b>Tabla30:</b> Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 28 días de secado.....	55
<b>Tabla 31.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 9% de PET .....	56
<b>Tabla 32.</b> Clasificación del ladrillo ecológico con 9% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado .....	57
<b>Tabla 33:</b> Factor de corrección de f´m por esbeltez.....	58
<b>Tabla 35:</b> Resistencia a compresión axial de pilas con 3% de plástico PET.....	58
<b>Tabla 36:</b> Grafico de resistencia a compresión axial de pilas con 3% de plástico PET .....	59
<b>Tabla 37.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión de pilas con 3% de PET .....	60
<b>Tabla 39:</b> Dimensiones de pilas con 6% de plástico PET .....	61
<b>Tabla 40:</b> Resistencia a compresión axial de pilas con 6% de plástico PET.....	61
<b>Tabla 41:</b> Resistencia a compresión axial de pilas con 6% de plástico .....	61
<b>Tabla 42.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión de pilas con 6% de PET .....	62
<b>Tabla 43:</b> Grafico de comparación de resistencia a compresión de pilas con 6% de plástico PET según la norma.....	63

<b>Tabla 44:</b> Dimensiones de pilas con 9% de plástico PET .....	64
<b>Tabla 45:</b> Resistencia a compresión axial de pilas con 9% de plástico PET .....	64
<b>Tabla 47.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión de pilas con 9% de PET .....	65
<b>Tabla 48:</b> Grafico de comparación de resistencia a compresión de pilas con 9% de plástico PET según la norma.....	66
<b>Tabla 49:</b> Dimensiones de muretes con 3% de plástico PET .....	67
<b>Tabla 50:</b> Resistencia a compresión diagonal de muretes con 3% de plástico PET .....	67
<b>Tabla 52.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión de muretes con 3% de PET .....	69
<b>Tabla 53:</b> Grafico de comparación de resistencia a compresión de muretes con 3% de plástico PET según la norma.....	69
<b>Tabla 54:</b> Dimensiones de muretes con 6% de plástico PET .....	70
<b>Tabla 55:</b> Resistencia a compresión diagonal de muretes con 6% de plástico PET .....	70
<b>Tabla 56:</b> Grafico resistencia a compresión diagonal de muretes con 6% de plástico PET .....	71
<b>Tabla 57.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión de muretes con 3% de PET .....	72
<b>Tabla 58:</b> Grafico de comparación de resistencia a compresión de muretes con 6% de plástico PET según la norma.....	72
<b>Tabla 59:</b> Dimensiones de muretes con 9% de plástico PET .....	73
<b>Tabla 60:</b> Resistencia a compresión diagonal de muretes con 9% de plástico PET .....	73
<b>Tabla 70:</b> Grafico resistencia a compresión diagonal de muretes con 9% de plástico .....	74
<b>Tabla 71.</b> Prueba t de student para resistencia a compresión de muretes con 9% de PET .....	75
<b>Tabla 72:</b> Grafico de comparación de resistencia a compresión de muretes con 9% de plástico PET según la norma.....	75
<b>Tabla 73.</b> Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 3% PET (NTP. 399.613/ 339.604).....	77

<b>Tabla 74.</b> Gráfico de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 3% PET (NTP. 399.613/ 339.604 .....	77
<b>Tabla 75.</b> Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	78
<b>Tabla 76.</b> Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	78
<b>Tabla 77.</b> Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	79
<b>Tabla 78.</b> Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 6% PET (NTP. 399.613/ 339.604) .....	79
<b>Tabla 79.</b> Gráfico de resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 6% PET (NTP. 399.613/ 339.604).....	80
<b>Tabla 80.</b> Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 6% de PET .....	81
<b>Tabla 81.</b> Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	81
<b>Tabla 82.</b> Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	81
<b>Tabla 83.</b> Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 9% PET (NTP. 399.613/ 339.604.) .....	82
<b>Tabla 85.</b> Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 9% de PET .....	83
<b>Tabla 86.</b> Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 9% de PET .....	83
<b>Tabla 88.</b> Resumen general de los resultados de variación dimensional.....	84
<b>Tabla 89.</b> Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 3% de PET (NTP 399.613 y NTP 399.604) .....	85
<b>Tabla 91.</b> Prueba t de student para alabeo del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	86
<b>Tabla 92.</b> Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 3% de PET y el alabeo establecido por la norma .....	87
<b>Tabla 93.</b> Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 6% de PET (NTP 399.613 y NTP 399.604 .....	87



<b>Tabla 94.</b> Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 6% de PET (NTP 399.613 y NTP 399.604) .....	88
<b>Tabla 95.</b> Prueba t de student para alabeo del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	89
<b>Tabla 96.</b> Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico .....	89
<b>Tabla 97.</b> Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo con 9% de PET (NTP 399.613).....	90
<b>Tabla 98.</b> Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 9% de PET .....	90
<b>Tabla 99.</b> Prueba t de student para alabeo del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	91
<b>Tabla 100.</b> Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 9% de PET y el alabeo establecido por la norma E070 .....	92
<b>Tabla101.</b> Resumen del resultado del ensayo de alabeo.....	92
<b>Tabla 102.</b> Resultado del ensayo de absorción con 3% PET.....	93
<b>Tabla 103.</b> Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 3% PET .....	93
<b>Tabla 104.</b> Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 3% de PET .....	94
<b>Tabla 105.</b> Resultado del ensayo de absorción con 6% de PET.....	95
<b>Tabla 106.</b> Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 6% PET .....	95
<b>Tabla 107.</b> Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 6% de PET .....	96
<b>Tabla 108.</b> Resultado del ensayo de absorción con 9% de PET.....	97
<b>Tabla 109.</b> Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 9% PET .....	97
<b>Tabla 110.</b> Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 9% de PET .....	98
<b>Tabla 111.</b> Resumen de resultado del ensayo de absorción .....	99
<b>Tabla 112.</b> Gráfico de resumen de los ensayos de absorción a los ladrillos con PET .....	99

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Contaminación marina por plástico .....	1
<b>Figura 2.</b> Ladrillos ecológicos .....	7
<b>Figura 3.</b> Botellas de plástico PET .....	11
<b>Figura 4:</b> Código de numeración del plástico PET .....	13
<b>Figura 5:</b> Ensayo de resistencia a la compresión axial.....	17
<b>Figura 6:</b> Cálculo de la resistencia unitaria a corte puro .....	17
<b>Figura 7.</b> Ensayo de resistencia a la compresión diagonal.....	18
<b>Figura 8.</b> Ubicación geográfica del lugar de extracción de la arcilla .....	32
<b>Figura 9:</b> Molde de madera para los ladrillos ecológicos .....	35
<b>Figura 10:</b> Ladrillo ecológico terminado con 9% de PET .....	36
<b>Figura 11.</b> Curado de los ladrillos ecológicos después de 24 horas .....	36
<b>Figura12:</b> Construcción de muretes.....	38
<b>Figura 13:</b> Ensayo granulométrico del suelo.....	39
<b>Figura 14:</b> Ensayo granulométrico del PET .....	39
<b>Figura 15:</b> Ensayo de límite líquido (uso de la copa de Casagrande).....	39
<b>Figura16:</b> Ensayo del límite plástico (muestras cilíndricas) ....	40
<b>Figura 17:</b> Ensayo de resistencia a compresión de unidad de albañilería .....	41
<b>Figura 18:</b> Ensayo de resistencia a compresión en pilas.....	41
<b>Figura 19:</b> Forma de falla del pila.....	41
<b>Figura 20:</b> Ensayo de resistencia a compresión del murete .....	42
<b>Figura 21:</b> Forma de falla del murete.....	42
<b>Figura 22:</b> Secado del ladrillo ecológico en el horno .....	43
<b>Figura 23:</b> Ladrillos sumergidos en el agua .....	43
<b>Figura 24:</b> Curva granulométrica del PET .....	45
<b>Figura 25 :</b> Formula para hallar la resistencia compresión diagonal.....	67
<b>Figura 26:</b> Formula para determinar absorción.....	93

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal elaborar ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluar sus propiedades físico-mecánico para el diseño de viviendas unifamiliares. El diseño de la investigación es cuasi experimental de tipo aplicada, nivel explicativo, la población es de 150 ladrillos, la muestra fue de 3 por dosificación, la técnica utilizada fue la observación y los instrumentos fueron las fichas de recolección de datos aprobados por el juicio de 3 expertos para su validez. Se sometieron a ensayos los ladrillos ecológicos con adición de PET en 3%, 6% y 9% para evaluar sus propiedades física- mecánico obteniendo así los siguientes resultados a los 28 días de secado: resistencia a compresión en unidades de ladrillo con 3% de PET 135.3kg/cm<sup>2</sup>, ladrillo con 6% de PET 128.5 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillo con 9% de PET 124.5 kg/cm<sup>2</sup>, de igual manera para la resistencia a compresión de pilas con 3% PET 91.4 kg/cm<sup>2</sup>, pilas con 6% PET 86.7 kg/cm<sup>2</sup>, pila con 9% PET 86.7kg/cm<sup>2</sup>. También para la resistencia a compresión diagonal de muretes con 3% de PET 5.4 kg/cm<sup>2</sup>, muretes con 6% de PET 4.75 kg/cm<sup>2</sup>, muretes con 9% de PET 4.6 kg/cm<sup>2</sup>. De igual manera en las propiedades físicas son: ladrillo con 3% PET variación dimensional largo -0.28%, ancho -1.1% y alto 1.1%, alabeo 2mm y con una absorción de 11.1%, ladrillo con 6% PET variación dimensional largo -0.28%, ancho -0.53% y alto 1.1% y alabeo 2mm y con una absorción de 9.65%, ladrillo con 9% PET variación dimensional 0.28%, ancho -0.26% y alto 1.1%, alabeo 2.3mm y con una absorción de 9.0% . En conclusión los ladrillos con 3% de PET cumplen con los requerimientos de clasificación del ladrillo tipo IV exigidos por la NTP E070, siendo apto para la construcción de viviendas unifamiliares.

**Palabras clave:** Ladrillos ecológicos, resistencia a compresión, variación dimensional, alabeo, plástico PET.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to elaborate ecological bricks adding PET plastic and to evaluate its physical-mechanical properties for the design of single-family homes. The research design is quasi-experimental of an applied type, explanatory level, the population is 150 bricks, the sample was 3 per dosage, the technique used was observation and the instruments were the data collection sheets approved by the trial of 3 experts for validity. Ecological bricks with the addition of PET in 3%, 6% and 9% were tested to evaluate their physical-mechanical properties, thus obtaining the following results after 28 days of drying: compressive strength in brick units with 3% of PET 135.3kg / cm<sup>2</sup>, brick with 6% PET 128.5 kg / cm<sup>2</sup>, brick with 9% PET 124.5 kg / cm<sup>2</sup>, in the same way for the compressive strength of stacks with 3% PET 91.4 kg / cm<sup>2</sup>, stacks with 6 % PET 86.7 kg / cm<sup>2</sup>, pile with 9% PET 86.7kg / cm<sup>2</sup>. Also for the resistance to diagonal compression of walls with 3% PET 5.4 kg / cm<sup>2</sup>, walls with 6% PET 4.75 kg / cm<sup>2</sup>, walls with 9 % PET 4.6 kg / cm<sup>2</sup>. In the same way, the physical properties are: brick with 3% PET long dimensional variation -0.28%, width -1.1% and height 1.1%, warping 2mm and with an absorption of 11.1%, brick with 6% PET long dimensional variation -0.28 %, width -0.53% and height 1.1% and warping 2mm and with an absorption of 9.65%, brick with 9% PET dimensional variation 0.28%, width -0.26% and height 1.1%, warping 2.3mm and with an absorption of 9.0% . In conclusion, bricks with 3% PET comply with the classification requirements of type IV brick required by the NTP E070, being suitable for the construction of single-family homes

**Keywords** Ecological bricks, compressive strength, dimensional variation, warping, PET plastic.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

La presente investigación nace a raíz del problema que está ocasionando los residuos sólidos al medio ambiente a nivel nacional y mundial, esto viene ocurriendo debido a la mala gestión de cada localidad y de sus gobernantes. Estos residuos son dejados en espacios públicos, también son arrojados a laderas de ríos y rellenos sanitarios, por ello, mediante un análisis estadístico se identifica que el mayor porcentaje de residuos son plásticos.

Por otro lado según la ONU cada año se genera más de 400 millones de toneladas de plástico en el mundo, de los cuales solo un 9% de los desperdicios son reciclados. Lo cual indica que existe gran nivel de contaminación al medio ambiente ya que los plásticos demoran en degradarse cientos de años, es por ello que en diferentes países del mundo están proponiendo crear nuevos materiales a partir de plásticos los cuales ayudan a disminuir el porcentaje de plásticos en nuestro planeta.



*Figura 1: Contaminación marina por plástico.*

A nivel internacional países como Argentina y Colombia empleaban un sistema de construcción tradicional, en el cual utilizan muros de ladrillos convencionales. Por ello hace algunos años han incorporado ladrillos ecológicos a base de plásticos reciclados, en donde las características se asemejan al ladrillo convencional, el cual permite la construcción de viviendas bajo en costo y amigables con el medio ambiente.

En el Perú, gran parte del sector de la construcción ha utilizado sistemas de construcción de albañilería confinada, el cual está conformado por unidades de

albañilería, columnas, vigas y cimientos, este tipo de construcción requiere de un presupuesto elevado y es por ello que, se dejan a medio construir (Alarcón, 2017, p.1). Esta técnica de construcción tiene un buen comportamiento antisísmico debido a que son confinados por elementos estructurales, para estas construcciones se requieren de ladrillos con capacidad portante, pero su elaboración degrada y genera contaminación al medio ambiente.

Para esto los muros y los ladrillos de arcilla tienen que cumplir ciertos parámetros como son de resistencia, durabilidad, homogeneidad, etc. Ya que, depende de eso el buen comportamiento a las diferentes solicitudes de cargas que pueden ser las de un sismo.

Actualmente se realizan diseños de muros de albañilería confinada con ladrillos ya establecidos mediante la norma técnica peruana E.070, para el cual se requiere el uso de materias primas, siendo el principal componente la arcilla, los cuales son obtenidos de canteras, este proceso es perjudicial para el medio ambiente. La elaboración de ladrillos genera daños irreversibles al ambiente ya que en su proceso de elaboración los hornos emanan grandes cantidades de CO<sub>2</sub>.

Es por ello que se tienen que buscar nuevas alternativas en las unidades de ladrillo que tengan las mismas o mejores características que los ladrillos tradicionales y que favorezcan a reducir los daños al medio ambiente y que resulte más económico que los ladrillos convencionales, por lo tanto, en esta investigación se realizara estudios sobre la elaboración de ladrillos ecológicos adicionando plástico PET de tal manera que, se pueda implementar la utilización de este nuevo producto en el sector construcción con un costo económico que permita desarrollar su adquisición para proyectos futuros y también con beneficios ambientales a través de la inclusión del plástico reciclado en el ladrillo ecológico, por lo tanto, en este proyecto se realizara la elaboración de ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánico para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020.

## **1.2 Trabajos previos.**

Para el desarrollo de esta investigación se han tenido en cuenta investigaciones realizadas a nivel nacional como internacional.

### **1.2.1 Antecedentes nacionales**

Según carrasco y tinoco (2018), en su tesis “Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de la arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la compañía minera sierra central S.A.C. Chacapalpa/ Oroya- Yauli- Junín” tuvo como objetivo elaborar ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la compañía minera sierra central S.A.C. en Chacapalpa. Usando la metodología cuasi experimental. Dentro de los resultados, haciendo comparaciones con los parámetros establecidos en la NTP en donde indica que la resistencia debe ser mayor a 50kg/cm<sup>2</sup> verificando estos parámetros los ladrillos son aptos por que cumplen la resistencia mínima requerida para los ladrillos de tipo I Llego a la siguiente conclusión, menciona que los ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas se elaboraron factiblemente mediante un proceso de trituración, clasificación en seco, estabilización, humidificación, moldeo y secado al ambiente; como se demostró en la parte metodológica, por otro lado para poder estabilizar las arcillas mixtas se logra con un rango de 15 a 20% de cemento y plástico, con el cual se mejora las resistencia y durabilidad de os ladrillos ecológicos”.

Para Peña (2019), en su tesis “Evaluación de las propiedades mecánica del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada, Chiclayo, Lambayeque 2018” quien ha considera como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en la albañilería confinada con la finalidad de determinar el uso correspondiente. Usando la metodología cuasi experimental. Los resultados de ladrillos son con las siguientes dosificaciones de 1.750kg de arcilla, 0.233kg cemento y 0.580kg de arena para el ladrillo de arcilla y para el ladrillo ecológico de arcilla/plástico se seleccionó 1.850kg de arcilla, 0.450 kg de cemento, 0.300kg de arena y 0.02 kg de PET. En donde los ladrillos ecológicos de arcilla tenían una resistencia a compresión de unidad de 27.22kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a compresión axial de pilas 24.95kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a compresión

diagonal de muretes 1.79 kg/cm<sup>2</sup>, variación dimensional (largo 1.67%, ancho 7.69% y altura 3.44%), alabeo 9.00 mm y absorción 21.95% y los de arcilla /plástico tenían una resistencia a compresión de unidad de 43.69 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a compresión axial de pilas 37.41kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a compresión diagonal de muretes 2.027 kg/cm<sup>2</sup>, variación dimensional (largo 1.67%, ancho 7.69% y altura 4.44%), alabeo 8.1mm y absorción 24.3%. En el cual llego a la siguiente conclusión, de los ensayos realizados a los ladrillos ecológico de arcilla y arcilla /plástico, se obtuvo que las unidades ecológicas presentaban favorables características físicas, pero no presentaron las características mecánicas que los clasifique como unidades de albañilería con fines estructurales o como muros portantes; sin embargo es adecuado para ser empleado en muros de tipo tabiquería. Los ladrillos ecológicos de arcilla y arcilla/ plástico de acuerdo a las características físicas y mecánicas que presenta lo clasifica como una unidad del tipo I según la E 070”.

Por otro lado Trinidad y Chombo (2018), realizo la siguiente investigación “Diseño estructural de una vivienda con sistema albañilería confinada utilizando ladrillos ecológico LTC en San Juan de Lurigancho- 2018” en donde tuvo como objetivo determinar si la estructura diseñada con sistema de albañilería confinada utilizando ladrillos ecológicos LTC para San Juan de Lurigancho- 2018, presenta una respuesta estructural adecuada para los acontecimientos sísmicos de dicha zona. Para ello se utilizó una metodología experimental. Los resultados están a base de las siguientes dosificaciones tierra 75%, 15% cemento y agua 10%, de donde se obtuvieron los siguientes resultados, resistencia a compresión fue de 70.13kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a compresión axial de pilas 30.37kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a compresión diagonal de muretes 4.95kg/cm<sup>2</sup>, variación dimensional: Largo 0.16%, ancho 0.30% y alto -0.06% y absorción 14%. Llegaron a la siguiente conclusión: lograron elaborar ladrillos ecológicos de tierra comprimida (LTC) a base de tierra, cemento y agua con una dosificación de 75%, 15% y 10% respectivamente (7.5:1.5: 1). Mediante la clasificación de suelos SUCS, la tierra empleada fue clasificada como SC-L arena arcillosa de baja plasticidad, en el producto final del ladrillo no se observó ninguna fisura durante el secado. La



resistencia obtenida en compresión axial fue de 70.13% kg/cm<sup>2</sup> el cual lo clasifica como ladrillo de tipo II según la norma E 070 de albañilería.

### **1.2.2 Antecedentes internacionales**

Se tienen investigaciones realizadas a nivel internacional en donde Camacho y Mena (2018), en su tesis “Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional”, teniendo como objetivo diseñar y fabricar un mampuesto ecológico como material sostenible de construcción y comparar sus propiedades mecánicas con las de otros mampuestos. Usando la metodología experimental. Los resultados están a base de las siguientes dosificaciones arcilla 2500gr, cemento portland 20%, ceniza de cascara de arroz 6% y cascara de arroz 4%. En ensayo de densidad obtuvo una densidad de 1655kg/cm<sup>3</sup> en el cual se llegó a la conclusión de que estos eco ladrillos son más livianos debido a sus componentes orgánicos (ceniza y cascara de arroz), que un ladrillo convencional ya que ya que este último tiene una densidad que oscila entre los 1900 y 2100kg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, este mampuesto no aporta un peso excesivo a la estructura; además, hace que este material sea bien aislante térmico y acústico. Por otro lado el proceso de la mezcla suelo- cemento se determinó que a mayor porcentaje de cemento la mezcla obtiene mejores propiedades de resistencia a la compresión; por ello para el diseño de ladrillo se optó por un 20% de cemento con el cual se obtuvo una resistencia de 5.6Mpa a los 28 días de curado”.

Piñeros y Herrera (2018), en su trabajo de grado de título “Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda, tuvo como objetivo realizar un análisis técnico y financiero en la implementación de bloques con polímeros de plástico reciclado para mampostería no portante aplicados en la construcción de viviendas para centros urbanos de Colombia. se considero una metodología de carácter investigativo y experimental. Llego a la siguiente conclusión, en cuanto a su peso, se encuentra una característica muy importante a destacar ya que el mismo es considerablemente mucho más liviano que su par constructivo (bloque de mortero con cemento y arena), según los resultados se evidencia que a incrementar los agregados en porcentajes de PET, se disminuye

considerablemente el peso de las muestras, porque el mismo tiene un peso promedio de 0.784gr y el ladrillo convencional, tiene 1.075gr en promedio. En cuanto a pruebas de resistencia con porcentajes de 10%, 20% y 25% de PET cumplen con la resistencia específica requerida y a mayores porcentajes como son el 30% ,35%,40% 50% y 80% de PET, tienen valores menores, los cuales se descartan”.

Por otro lado Reinoso y Vergara (2018), investigó en su tesis sobre la “Elaboración de ladrillos ecológicos a base de polietileno para la empresa Fudesma del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi en el periodo abril 2017-febrero 2018, teniendo como objetivo elaborar ladrillos ecológicos a base de polietileno para la disminución de la contaminación generada en su proceso de fabricación y costes en la construcción de viviendas. La metodología que uso fue diseño experimental. Para los resultados se usó las siguientes dosificaciones, 10%,15% y 20% de cemento, 31%de plástico, 44% de cangahua y 5% de agua. Tuvo la siguiente conclusión, se constató que la resistencia la compresión se incrementa dependiendo de la edad del ladrillo de 3.81mpa con el 20% y la resistencia a la flexión se incrementó en el ladrillo con PET que alcanzó un valor de 1,72Mpa con el 20% de cemento añadido. Por lo que también se concluyó que el ladrillo ecológico a base de PET, contribuye al medio ambiente ya que no se utiliza el proceso de cocción en su elaboración, por lo que se elimina los gases tóxicos en un 100% esto permite la disminución de la contaminación ambiental y la deforestación. Por otro lado el precio del ladrillo son menores respectos al tradicional y se consume menor cantidad de materiales”.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ladrillos ecológicos adicionando plástico

Carrasco y Tinoco (2018), mencionan que los ladrillos ecológicos en diversas partes del mundo normalmente son denominados como bloque de material arcilloso comprimido, en nuestro país la NTP E.070-albañilería denomina como ladrillo de tierra comprimida (LCT) o ecológico, debido a que mitiga la contaminación por no recurrir al proceso de cocción del ladrillo, lo cual reduce la emisión de CO<sub>2</sub> entre otros. Por otro lado tiene buenas propiedades por lo que son resistentes a cargas y agentes naturales, estos tienen un costo menor y son más livianos que los ladrillos convencionales (p.25).



*Figura 2. Ladrillos ecológicos*

Por otro lado Leiva y reyes (2017), señalan que estos ladrillos son considerados buenos aislantes de frío y de calor, el cual disminuye costos en el mantenimiento térmico de viviendas. Son resistentes a los agentes externos, durables y con buena resistencia pudiendo soportar cargas pesadas (p.934).

#### **Diseño de mezcla**

Según Laura (2006), el diseño de mezcla es una secuencia de pasos entre si se inicia con la selección de los materiales convenientes (agua, agregado, cemento y aditivos, luego se debe determinar las cantidades relativas para finalmente producir una mezcla económica, durable, trabajable y buena resistencia, estas proporciones de los materiales dependerán únicamente de la pureza de sus

orígenes. Entonces el diseño de mezcla está relacionada directamente con la proporción de cada uno de los materiales y la pureza de las mismas (p. 3).

### **2.1.1 Arcilla**

La arcilla es un tipo de suelo que sirve de materia prima para la elaboración de ladrillos, para ello estos tienen que ser seleccionados de acuerdo a los requerimientos dadas por la norma.

Según Echeverry y Jaramillo (2017), afirman que la arcilla es la parte de la descomposición de las rocas sedimentarias constituidas por agregados de silicatos de aluminio hidratados, tienen colores característicos que van desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es puro. Estos se caracterizan por tomar un aspecto de plasticidad cuando se mezclan con agua el cual al ser calentado por encima de 800°C alcanzan su dureza, es por ello que la primera cerámica tuvo a lugar después de haber cometido al fuego la arcilla(p.26).

#### **Contenido de humedad**

Con respecto al contenido de humedad Camacho y Mena (2018), indica que la cantidad de agua presente en el suelo, esto se obtiene de la relación de una proporción de muestra del suelo húmedo respecto a la muestra del suelo secado en un horno a 110°C de temperatura durante 24 horas. Este ensayo es importante ya que define el comportamiento de suelos, particularmente de los suelos finos que siempre tienen cambios en su volumen, cohesión y estabilidad mecánica (p.23).

#### **Granulometría del suelo**

Hace muchos años, en los inicios de la investigación de la mecánica de suelos se pensaba que las propiedades físicas – mecánicas de un suelo se podrían conocer con el hecho de conocer el tamaño de las partículas. Sin embargo, ese a medida que se investigaba más, un investigador de mecánica de suelos puede pensar que con la experiencia puede determinar esas propiedades a grandes rasgos.

Si hablamos de suelos gruesos, cuya distribución de los granos puede determinarse a partir de mallas, la experiencia puede determinar algo acerca del comportamiento de esos suelos, con parámetros como lo son el coeficiente de uniformidad o el coeficiente de curvatura. Sin embargo, el comportamiento definitivo de estos suelos está determinado por su compacidad y la disposición de

estos granos, dejando de lado así, la teoría que con la granulometría se pueden obtener conclusiones definitivas. Esto podría influenciar en futuros investigadores en formular teorías o modelos matemáticas que permitan predecir el comportamiento inalterado a partir de la distribución de las partículas, como es el caso de esta investigación (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2012).

Por otro lado, en suelos finos inalterados, estas propiedades dependen mucho de la estructuración de los minerales y de su historia geológica, tanto así que su granulometría muchas veces resulta inútil. Sin embargo, el que estudia mecánica de suelos debe conocer dicha distribución, puesto que nos puede indicar el porcentaje en suelos finos, que pertenecen a las arcillas o a los limos. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2012)

### **Límites de Atterberg**

Según Castañeda (2017), realizó la investigación para el título de Magister influencia de la microestructura en el comportamiento dinámico de los suelos residuales en esquistos de sabaneta donde detalla que el uso de la cartilla de plasticidad en base al límite líquido y al índice de plasticidad nos permite clasificar al suelo, así mismo nos permite hallar si es una arcilla o limo orgánico o inorgánico. Entonces el límite líquido se puede entender como la capacidad de absorción tanto puede ser mayor o menor por otro lado el índice de plasticidad es la capacidad que tiene un suelo fino de poder moldearse” (p. 46).

Para Peña (2018), los límites de Atterberg son utilizados para determinar la conducta de materiales finos arcillosos. De mismo modo los límites indican los diferentes estados de consistencia que tiene un suelo arcilloso de acuerdo al porcentaje de humedad que tengan. Los límites de Atterberg son:

**Límite plástico (LP).** Es el porcentaje de humedad en que un material arcilloso cambia de un estado semisólido a un estado plástico.

**Límite líquido (LL).** Es el porcentaje de humedad de un suelo arcilloso que define el paso de un estado plástico a un estado líquido viscoso. Se determina utilizando la cuchara de casa grande

### **Límite de retracción (LR).**

Es el porcentaje de humedad de un suelo arcillo que define el paso de un estado sólido a un estado semisólido.

**Índice plástico (IP).** Es la diferencia numérica entre el límite líquido y límite plástico con el que se puede determinar sus cuatro estados de consistencia (p 34).

### **Clasificación de suelos SUCS**

Según Narcillo (2010), en su investigación precisa que el suelo tiene un comportamiento complejo a causa que la naturaleza posee partículas granulares, así mismo manifiesta que el entendimiento de los suelos a cambio en proporción a la evolución de los estudios en el tiempo. Es decir el sistema unificados de clasificación de suelos nos permite describir el suelo mediante una medición preliminar tales como: el color tamaño y la forma de su estructura (p. 2).

Así mismo se debe puntualizar que para realizar esta investigación se tomó antecedentes de tesis que realizaron su investigación en ladrillos con arcilla denominaron tener un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL).

#### **2.1.2 Cemento portland tipo I**

Según Pérez (2010), es un tipo de cemento con menor resistencia a los sulfatos, Este material se aplica a cualquier tipo de proyectos de construcción ya que los sulfatos en su mayor porcentaje se encuentran en lugares marítimos. Este cemento es el más usado en las construcciones tanto en viviendas edificios, obras de pavimentación es aplicable en la mayor cantidad de proyectos (p. 11).

Por otro lado Abanto (2015), menciona que el cemento es uno de los componentes prescindibles para la elaboración del concreto, este se puede elaborar a través de la obtención de la arcilla y piedra caliza sometidos a una temperatura alta de una combinación de cal fierro y sílice, alúminas en proporciones adecuadas. Es un material muy trabajable al combinarse con agua agregados como arena o grava, el cemento tiene una reacción exotérmica luego de tener contacto con el agua (p. 15).

Carrasco y tinoco (2018), afirman que el cemento es un conglomerante hidráulico que tiene la capacidad de unirse a otros materiales y dar cohesión, el cual al ser mezclado con agua fragua bajo el agua o al aire libre. Es un elemento hidráulico compuesto en mayor proporción por silicatos de calcio quien es el causante del fraguado del cemento (p.29).

Por otro lado respecto al tipo de cemento utilizado en la mezcla con suelos es el cemento de tipo I por que no requiere que los valores de resistencia mecánica lleguen a edades tempranas. Mientras que el cemento tipo III no son influyentes en la resistencia mecánica ya que esta es más para realizar compactaciones (Morales y Rey, 2018, p.25).

### 2.1.3 Plástico PET

Según chino y Mathios (2020), el plástico PET es un material producido desde la materia del petróleo crudo, gas y aire. Tiene una composición del 64 % de petróleo, 23% de derivados de fluidos líquidos del gas natural y 13% de aire. Este material es muy ligero y su resistencia mecánica a la compresión es transparente y brillo así mismo puede conservar los alimentos con sus propias características así mismo estos materiales se pueden reutilizar en envases reusables (p. 4).



*Figura 3. Botellas de plástico PET*

Por otro lado Cornish (2016), define al plástico como una agrupación de materiales orgánicos que tienen como principal elemento al carbono, polimerado con componentes como hidrogeno, nitrógeno y oxígeno. En su estado final se convierte en una materia solida pero durante el proceso este es muy trabajable, suave y moldeable por medio del calor en su elaboración. La industria del plástico inicia en Estados Unidos, en 1860, debido a que se ofreció 10000 dólares a la persona que genere un material económico que reemplace al marfil para

construir bolas de billar. El ganador fue John Wesley Hyatt quien hizo la bola de billar con el plástico y lo puso por nombre celuloide (p.9)

Los plásticos son compuestos constituidos por moléculas que dan como resultado estructuras resistentes los cuales hacen que se pueda moldear mediante la presión y calor. Estos una vez hayan sido procesados y convertidos en los denominados plásticos resultan resistentes a la degradación y son livianos que ya están listos para ser empleado para fabricar diferentes tipos de productos. Los plásticos se caracterizan por tener la relación de resistencia/densidad alta los cuales hacen que sean buenos aislantes térmicos, eléctrico, resistencia a los álcalis y disolventes (Chino y Mathios, 2020, p.25).

### Propiedades del plástico PET

Para Hachi (2010), las propiedades físicas del PET es la alta resistencia a la compresión y a la vez es muy liviano, su grado de reciclaje es muy alto y tiene una gran barrera ante los gases. Es procesable por soplado, inyección y extrusión. También presenta una capacidad muy elevada de resistencia los esfuerzos permanentes (p. 24).

Tabla 1: propiedades físicas del plástico PET

<b>Propiedades del plástico PET</b>	
<b>Propiedades</b>	<b>Tereftalato de polietileno PET</b>
densidad bruta	520 kg/m <sup>3</sup>
densidad neta	1400 kg/m <sup>3</sup>
módulo de Young	2800-3100 Mpa
absorción de agua	0.2% ( 24 horas)
resistencia a la tracción	900 kg/cm <sup>2</sup>
resistencia a la tensión	0.60-0.74 kg/cm <sup>2</sup>
resistencia a la compresión	260/480 kg/cm <sup>2</sup>
resistencia al calor	80-120°C
resistencia flexión	1450kg/cm <sup>2</sup>
conducta térmica	0.25 Kcal/m.h.°c
calor específico	0.25Kcal/Kg.°C

Fuente: Hernández et al. (2010).



## **Clasificación de los plásticos**

Según Masoumi, Mohsen y Khani (2012), indica que “La clasificación de las resinas plásticas generalmente se realiza con la separación entre cinco resinas principales de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE), cloruro de polivinilo (PVC), polipropileno (PP) y poli estireno (PS)” (p. 1).

Según Hachi (2010), indica que existen variedades de plástico, por ello a través del sistema de identificación de plástico (SPI), a efectos de facilitar su clasificación se identifica con un numero dentro de un triángulo (p. 25).

El PET está identificado con el código de numeración 1 que mayormente es usado en envases de gaseosas agua mineral aceites mayonesa y salsas. Para la presente investigación se utilizaran envases de gaseosa, agua mineral y aceites los cuales tienen espesores de 0.22mm a 0.26 mm.



*Figura 4: Código de numeración del plástico PET*

## **2.2 Propiedades físico- mecánico**

### **2.2.1 Propiedades físicas**

Para Izquierdo y Ramalho (2018), expone que las propiedades físicas de la materia tienen caracteres que al ser observadas pueden medirse así mismo no cambian a nuevas formas químicas por ejemplo: Temperatura, densidad, viscosidad, absorción, etc. (p. 235).

Según SENCICO (2015), indica que el mayor grosor de las unidades de las juntas en las unidades de albañilería es debido a variación dimensional y el alabeo así mismo trae consecuencias en la resistencia a la compresión y fuerza cortante. Por tal motivo se debe clasificar para fines estructurales, realizando ensayos para

clasificarlos de acuerdo la clase en que se encuentra, de acuerdo a la clasificación que brinda la Norma técnica E- 070 albañilería (p. 32).

Tabla2. Clases de unidad de albañilería para fines estructurales

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 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 <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: Norma Técnica E-070 de Albañilería

### Variabilidad Dimensional

Según Boletín de ensayo de albañilería (2016), expone que ningún ladrillo constituye o se adapta perfectamente con sus dimensiones. Se puede determinar diferencia en sus dimensiones largo, ancho y alto. Debido a esto tenemos que realizar mayor espesor en las juntas de mortero. Mientras más imperfecciones tengan mayor será el mortero en las juntas” (p. 21).

### Alabeo

Según Núñez (2018), el alabeo y su efecto es similar al control de variación dimensional es decir permite un incremento o reducción de espesores de estas mismas juntas de mortero influenciando así la resistencia a la compresión y fuerza cortante (p. 25).

Es una propiedad que determina la deformación curvilínea que presenta cada elemento de albañilería, si presenta mayor alabeo requerirá mayores juntas teniendo así una relación directa de ambos efectos.

## Absorción

Según Bartolomé (1994), consiste en colocar un volumen definido en agua sobre un recipiente de sección conocida geoméricamente midiendo la altura del agua con la wincha. Luego vaciar el agua a una un minuto, posteriormente apoyar la unidad sobre 3 puntos, de modo que la superficie por asentar este en contacto con una película de agua de 3mm de altura durante un minuto. Después retirar el ladrillo, vaciar el agua de la bandeja al recipiente y volver a medir el volumen de agua. La diferencia de volúmenes será el peso de agua absorbida (p. 24).

### 2.2.2 Propiedades mecánicas

Según Pelleg (2016), de acuerdo al libro Mechanical Properties of Materials expone que, de muchas propiedades de los materiales, las mecánicas son de gran importancia, ya que se ocupan de los principales fenómenos relacionados con la estabilidad bajo la fuerza. La deformación bajo fuerzas aplicadas y la fractura de material dependen de su estructura” (p. 1).

### Resistencia a compresión del ladrillo

Según Archila (2007), considera que la resistencia a la compresión es la acción de someter a un cuerpo a esfuerzos perpendiculares en su plano. De tal manera que pueda soportar una carga por unidad de área generalmente sus unidades están en kg/cm<sup>2</sup> (p. 41).

Tabla 3: Resistencias Características de la Albañilería

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa ( kg / cm <sup>2</sup> )				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f_b$	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)
Silice-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 Peruana E-030 de Albañilería

La norma técnica E-030 considera estos valores de la tabla 2 para ser empleados en diseños de albañilería en caso de que no se realicen ensayos de primas, estos valores corresponden a ensayos de pilas y muretes hechos con mortero de 1:4 en caso la unidad es de arcilla y 1:1/2: cuando el materiales es sílice-cal o concreto, para otros tipos de unidad deben realizarse las pruebas correspondientes (p.64).

### **Resistencia a compresión axial**

La resistencia a compresión axial ( $f_m$ ) se realizan a pilas el cual se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la sección transversal, sin importar que la unidad de albañilería que se usa sea calificada como hueca o sólida, sea ladrillo o bloque. Este valor se corrige mediante el factor de esbeltez indicado en la tabla 10 de la norma E.070, y si la edad de las pilas es distinta al valor estándar que es 28 días se corrige mediante los factores indicados en la tabla 8.

Luego de realizar el ensayo de las pilas se obtiene un promedio ( $f_m$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de la muestra ensayada, luego se evalúa mediante la norma E.070 la resistencia característica ( $f'_m$ ) restando al valor promedio una desviación estándar:

$$f'_m = f_m - \sigma$$

De la ecuación, cuando se resta una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que el 84% de los ensayo de pila van a tener resistencias mayores que el valor característico. También se puede obtener la dispersión porcentual de resultados como  $100(\sigma/f_m)$ . del cual una dispersión mayor a 30% es inaceptable, y quiere decir que hay fallas en la mano de obra o que los materiales usados son de mala calidad (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.85).

### **Ensayo de pilas**

Según Sencico (2015), el ensayo consiste en una celda y una gata hidráulica, ambas de 200 ton. de capacidad accionada a una bomba eléctrica. Tanto la celda como la gata, concéntricas con pila, apoyaban sobre un pórtico metálico de

reacción. La carga se aplicó hasta provocar la rotura de las pilas, instante después que se produjo la degradación de la resistencia” (p. 9).



Figura 5. Ensayo de resistencia a la compresión axial.

### Resistencia a compresión diagonal ( $v_m$ )

La resistencia unitaria a corte puro de un muro ( $v_m$ ) se determina dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la diagonal cargada ( $Dt$ ), sin tener en cuenta el tipo de unidad de albañilería que se utiliza pudiendo ser sólidas o huecas, tanto como ladrillos o bloques. Otra manera es dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas entre el área bruta de la hilada ( $Lt$ ) en muretes cuadrados (fg. 6). Si la edad de las pilas es distinta al valor estándar que es 28 días se corrige mediante los factores indicados en la tabla 8, de la norma E.070.

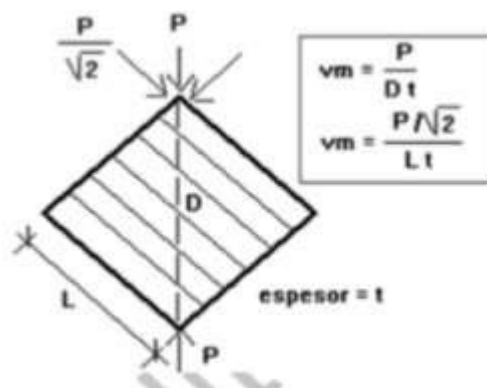


Fig.6. Cálculo de la resistencia unitaria a corte puro

Una vez finalizado los ensayos de muretes, la resistencia característica de corte puro ( $v'm$ ) se obtiene mediante la norma E.070 para ello se tiene que restar la desviación estándar al valor promedio

$$v'm = v_m - \sigma$$

Al realizar esta operación estadísticamente el 84% de los muretes ensayados tendrán resistencias mayores que el valor normal. También puede obtenerse la dispersión porcentual de los resultados con la expresión  $100(\sigma/v_m)$ , en donde sí se obtiene una dispersión mayor a 30% es inaceptable, deduciendo que existen fallas en la mano de obra o que los materiales sean de mala calidad (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.90).



*Figura 7. Ensayo de resistencia a la compresión diagonal*

### **2.3 Formulación del problema**

De acuerdo a la realidad problemática planteada se identificó lo siguiente:

#### **Problema general**

¿Qué efecto produce la elaboración del ladrillo ecológico adicionando plástico PET en la evaluación de sus propiedades físico-mecánico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020?

## **Problemas específicos**

- ✓ ¿Qué efectos produce la adición de 3% de plástico PET en las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020?
- ✓ ¿Cómo contribuye la adición de 6% de plástico PET en las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020?
- ✓ ¿Cómo influye la adición de 9% de plástico PET en las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020?

## **2.4 Justificación del estudio**

### **2.4.1 Justificación teórica**

El sistema de albañilería confinada es el más usado en la construcción de viviendas unifamiliares o multifamiliares ya que tiene una buena resistencia tanto a cargas de compresión como laterales ejercidas por el sismo debido a que son confinados por elementos estructurales. Este tipo de construcciones son económicas, para esto se requieren de materiales que en su proceso de elaboración contaminan y dejan daños irreversibles al medio ambiente, es por ello que en la actualidad están optando por materiales ecológicos.

Esta investigación busca fomentar sobre la utilización de ladrillos ecológicos que adicionen cemento y plástico reciclado, con la finalidad de que estos sean utilizados en el diseño de muros de albañilería confinada, estos ladrillos a diferencia de los ladrillos convencionales no requieren ser llevados a hornos, sino que son secados al aire libre. Por otro lado la incorporación del plástico en su elaboración hacen que estos sean aún más colaborativos y amigables con el medio ambiente, evitando así la contaminación del aire y suelo por residuos de plástico. Por ello estos deben de cumplir con los requerimientos especificados en la norma E.070 para ser denominado como una unidad de albañilería y que a partir de estos se realicen diseños de muros de albañilería confinada para viviendas.

#### **2.4.2 Justificación metodológica**

Esta investigación es aplicada por el método científico por medio de la investigación de campo, a través de esta aplicación se conocerá las propiedades físicas mecánicas y la dosificación para la elaboración de los ladrillos. Mediante un análisis científico que determinen la viabilidad del producto cumpliendo los requisitos normativos. Desde el punto de vista socio-económico elaborar unidades de albañilerías rentables y aplicables en su trabajabilidad.

#### **2.4.3 Justificación económica**

Esta investigación es desarrollada con fines de adecuar un nuevo material que sea rentable económicamente, por ello, los ladrillos ecológicos con adición cemento y plástico reciclado requiere menos inversión para su elaboración ya que evita el proceso de horneado, también que estos aspectos estos ladrillos ecológicos tendrán un menor costo que los ladrillos convencionales. Genera ingresos a familias que reciclan el plástico para luego venderlas. Viendo todos

#### **2.4.4 Justificación social**

En nuestra sociedad existen viviendas precarias y familias que no cuentan con techo propio o dejan a medias las construcciones, debido a que los materiales empleados no son al alcance de sus bolsillos. Es por ello que la presente investigación busca nuevas alternativas de construcción que beneficien a la población con materiales que sean al alcance de todos.

### **2.5 Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

La elaboración de ladrillo ecológico adicionando plástico PET tiene efectos significativos en la evaluación de las propiedades físico-mecánico para el diseño de vivienda unifamiliares-Huachipa, 2020

#### **Hipótesis específicos**

- ✓ La adición de 3% de plástico PET aumenta las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020



- ✓ La adición de 6% de plástico PET incrementa las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020
- ✓ La adición de 9% de plástico PET mejora las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020

## **2.6 Objetivos**

### **Objetivos generales**

Elaborar ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluar sus propiedades físico-mecánico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020

### **Objetivos específicos**

- ✓ Determinar las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico adicionando 3% de plástico PET para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020.
- ✓ Analizar las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico con 6% de plástico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020.
- ✓ Evaluar las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico con 9% de plástico PET para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Diseño de investigación**

El diseño de investigación experimental se refiere a desarrollar una acción y luego estudiar las consecuencias, dicho de otra manera, se refiere a un estudio en donde se manipula intencionalmente una o más variables independientes para luego ver los efectos que esta produce en una o más variables dependientes (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.129).

Teniendo en cuenta estos conceptos el presente proyecto de investigación es de tipo experimental debido a que se realizará la manipulación del variable independiente que viene a ser la adición de cemento y plástico reciclado para luego observar los efectos del variable dependiente que es el ladrillo ecológico.

Los diseños cuasi experimentales también manipulan al menos una variable independiente para observar las consecuencias que esta produce en el variable dependiente. Para esto, las muestras no se asignan al azar sino que estas muestras ya están seleccionadas antes del experimento dependiente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.152).

La presente investigación se basa en un tipo de diseño cuasi experimental ya que trabajaremos con un grupo seleccionado que van a ser evaluados previamente, luego aplicarle un tratamiento o experimento al grupo establecido, para finalmente realizar la prueba y ver las consecuencias que esta produce en la variable dependiente.

##### **3.1.2 Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada ya que se va utilizar conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil. Al respecto Behar (2008). Menciona que la investigación aplicada se basa en el uso de conocimientos teóricos ante un determinado situación. Investiga para poder conocer y luego hacer o actuar para poder modificar, en otras palabras transforma los conocimientos científicos en tecnología. Tanto la investigación aplicada como la básica tienen que estar de la

mano de manera estrecha, porque el primero va depender mucho de los resultados del último (p.20).

### **3.1.3 Nivel de investigación**

Según Rodríguez (2011). “La investigación de nivel explicativo trata de descubrir, investigar y determinar las relaciones causales funcionales que existen entre las variables de manera que se puede explicar el cómo, cuándo donde y por qué ocurre un fenómeno” (p. 52).

Consolidando esta teoría afirmó que la presente investigación pertenece al nivel explicativo ya que se explica la causa y el efecto en relación a las variables que s

## **3.2 Variables y Operacionalización**

### **Variables de estudio**

Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020

**Variable independiente:** Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET

**Variable dependiente:** propiedades físico-mecánico

Tabla 4: Matriz de Operacionalización de la Variable ladrillos ecológicos adicionando plástico PET

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Carrasco y Tinoco (2018) Afirman que según la norma E070 los ladrillos ecológicos se denominan como ladrillo de tierra comprimida (LCT) o ecológico, debido a que mitiga la contaminación por no recurrir al proceso de cocción del ladrillo, lo cual reduce la emisión de CO2 entre otros. Por otro lado tiene buenas propiedades por lo que son resistentes a cargas (p.25).	En esta variable se da a conocer las dosificaciones y los ensayos correspondientes para la elaboración del ladrillo ecológico a base de arcilla y cemento tipo I, donde su dosificación de esta será manipulado adicionando plástico PET en un 3%, 6% y 9% respecto al peso del ladrillo. Se harán uso de moldes con dimensiones de 23x12.5x9, para lo cual se utilizaran equipos de laboratorio tanto para los ensayos y mediciones respectivos, esta variable tiene 3 dimensiones donde cada uno de ellos tiene sus respectivos indicadores.	Arcilla	Límites de atterberg	Equipos de laboratorio	Razón
				Granulometría	Equipos de laboratorio	
			Cemento	20% cemento tipo I	Equipos de laboratorio	
			Plástico PET	Agregado fino en 3%, 6% y 9%	Equipos de laboratorio	
				Granulometría del PET	Equipos de laboratorio	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Matriz de Operacionalización del Variable Propiedades físico-Mecánica

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Propiedades físico -Mecánica	<p>Para Izquierdo y Ramalho (2018) Las propiedades físicas de la materia tienen caracteres que al ser observadas pueden medirse así mismo no cambian a nuevas formas químicas por ejemplo: densidad, viscosidad, absorción, etc. (p. 235).</p> <p>Según Pelleg (2016). Las propiedades mecánicas de los materiales son de gran importancia, ya que se ocupan de los principales fenómenos relacionados con la estabilidad bajo la fuerza. La deformación bajo fuerzas aplicadas y la fractura de material dependen de su estructura” (p. 1).</p>	<p>Se realizarán ensayos de pilas, muretes y unidades de ladrillo ecológico para evaluar sus propiedades mecánicas y pruebas de alabeo, variación de dimensión y absorción para conocer sus propiedades físicas, para esto se utilizaran equipos de ensayo de laboratorio y se utilizara técnicas de observación y fichas técnicas como instrumento de recolección de datos. Tiene dos dimensiones cada uno con sus respectivos indicadores.</p>	Propiedades Mecánicas	Resistencia a compresión del ladrillo	Equipo de ensayo a compresión	Razón
				Resistencia a compresión axial en pilas	Equipo de ensayo a compresión	
				Resistencia a compresión diagonal en muretes	Equipo de ensayo a compresión	
			Propiedades físicas	Alabeo	Equipos de laboratorio	
				Variación de dimensión	Equipos de laboratorio	
				Absorción	Equipos de laboratorio	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### ❖ Población

Según Hernández et. al (2014), la población es el grupo de todos los sucesos que conforman con una serie de especificaciones, en otras palabras es el conjunto de personas u objetos del cual se desea comprender algo en una investigación. (p. 174).

Tabla 6. Análisis de población

<b>Ensayo a los 7 días</b>							
Ensayos	Muestra 3% de PET	Cantidad de ladrillos	Muestra 6% de PET	Cantidad de ladrillos	Muestra 9% de PET	Cantidad de ladrillos	Total de ladrillos
<u>Resistencia a compresión de unidades</u>	3	3	3	3	3	3	9
<u>Variación dimensional Alabeo</u>	3	3	3	3	3	3	9
<b>Ensayo a los 28 días</b>							
<u>Resistencia a compresión de unidades</u>	3	3	3	3	3	3	9
<u>Resistencia a compresión de pilas de 3 und.</u>	3	9	3	9	3	9	27
<u>Resistencia a compresión de muretes de 15 und.</u>	2	30	2	30	2	30	90
<u>Absorción</u>	2	2	2	2	2	2	6
<b>TOTAL</b>							<b>150</b>

Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación la población estará conformada por 150 unidades de ladrillos ecológicos los cuales serán elaborados por los investigadores

#### ❖ Muestra

La muestra es un subgrupo de la población a estudiar de cual se recolectan datos, donde a la vez tienen que ser bien definidos y delimitados con precisión y tiene

que representar a la población. Por lo tanto las muestras tienen que ser representativos estadísticamente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.173).

Tabla 7: Cantidad de muestras a ensayar

Muestras	Resistencia a la compresión del ladrillo	Resistencia a la compresión axial (pilas)	Resistencia a la compresión diagonal (muretes)	-Alabeo, -Variación dimensional -Absorción
	N° de muestras	N° de muestras	N° de muestras	N° de muestras
<b>Ladrillo con 3% de plástico</b>	3	3	3	3
<b>Ladrillo con 6% de plástico</b>	3	3	3	3
<b>Ladrillo con 9% de plástico</b>	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

Para la presente investigación la muestra es de 3 especímenes (conformados por ladrillos ecológicos), es decir que para cada tipo de ensayo de laboratorio se harán 3 pruebas.

#### ❖ Muestreo

Hernández et.al (2014), afirma que el muestreo es elegir los sucesos apropiados según el planteamiento del problema ya sea que se trate de un tipo de muestreo u otro. gran parte de las investigaciones experimentales usan muestras dirigidas, debido a que es difícil manejar grupos grandes solo en casos excepcionales se pueden utilizar muestras probabilísticos. Es decir es un subgrupo de la población en donde la asignación de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación (p.190).

Según los conceptos para esta investigación el tipo de muestreo será no probabilístico debido a que las muestras serán seleccionadas antes de su ensayo según el interés del investigador.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### Técnicas

Según Kothari (2004), es un procedimiento para recopilar información y adjuntarlo en un registro sistemático, válido y confiable de manera observable efectuado a través de subcategorías y categorías (p. 83).

Según Gómez [et al.] (2015), la observación es una de las técnicas más primordiales en la investigación científica es un análisis detenido de los diferentes aspectos de un fenómeno, se realiza con el objetivo de estudiar sus características, comportamientos dentro del contexto, o donde se desenvuelva el propio fenómeno (p. 174).

De acuerdo a la teoría expresada, esta investigación se realizará a través de la observación directa, donde se efectuará a través de datos de campo para su análisis que generen resultados. .

#### Instrumento de recolección de datos

*Tabla 8. Técnicas e instrumento de recolección de datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
observación	Fichas de recopilación de datos

*Fuente: Elaboración propia.*

Según Hernández, Fernández, Baptista (2014), el instrumento es un herramienta que permite registrar datos para elaborar un plan detallados de procedimientos (p. 197).

El instrumento utilizado para la presente investigación serán fichas de recopilación de datos para cada ensayo que se va realizar Las fichas de recolección de datos se muestran en los anexo N° 12, 13,14, 15 y 16.



Por otro lado en la tabla 9 se muestran las normas, técnica e instrumentos que se utilizaran en laboratorio para su mayor conformidad.

*Tabla 9. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio.*

<b>NORMA</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
NTP 339.128, ASTM D422	Análisis granulométrico del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juegos de mallas estándar</li> <li>• Balanza de precisión de 0.1 gramos</li> </ul>
NTP 339.129, ASTM D4318	Análisis de limite líquido y Limite de plasticidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza de precisión de 0.1 gramos</li> <li>• Cuchara de casa grande</li> </ul>
NTP 399.613 Norma E 070	Compresión de unidad de albañilería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina de compresión</li> </ul>
NTP 399.605. Norma E070	Compresión de pilas de albañilería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina de compresión</li> </ul>
NTP 399.621. Norma E070	Compresión de muretes de albañilería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina de compresión</li> </ul>
NTP 399.613 Norma E070	Alabeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regla metálica de 30cm</li> <li>• Regla graduada de acero</li> </ul>
NTP 399.613 y 399.604. Norma E070	Variación dimensional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regla graduada de acero</li> </ul>
NTP 399.604 y 399.613. Norma E070	Absorción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> <li>• Horno</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Validez y confiabilidad de datos**

La Validez de un instrumento es cuando mide el grado de veracidad de una variable a investigar, existe diferentes forma de validez que son de contenido, criterio, constructo y expertos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 204). Por ello en esta investigación los instrumentos utilizados serán sometidos a juicio de expertos, los cuales tienen que ser ingenieros civiles expertos en temas de investigación.

La confiabilidad es cuando el instrumento es aplicado al individuo varias veces y los resultados son iguales, es decir son consistentes y coherentes los datos obtenidos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 200). Asimismo en esta

investigación se realizara de acuerdo a las normas ASTM y NTP E070 albañilería.

### **3.5 Procedimientos**

Para el título de la presente investigación se tuvo que crear una lluvia de ideas teniendo en cuenta una realidad problemática que esté relacionado con la carrera de ingeniería civil y es así que nacen los variables de estudio. se realizó un breve descripción acerca de la realidad problemática del tema de investigación, así mismo, para lo que es trabajo previos se tuvo que recabar información de estudios que vendrían a ser los antecedentes nacionales e internacionales, estos podrían ser tesis o artículos científicos con una fecha de publicación no mayor a los 5 años. Estas fuentes se pueden encontrar de páginas como Google académico y Alicia concytec que son bibliotecas virtuales confiables. Nuestra variable independiente es ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y la variable dependiente propiedades físico- mecánica, en este caso manipularemos nuestra variable independiente de la siguiente manera: Elaboraremos los ladrillos ecológicos con adición de plástico PET en 3%, 6% y 9% de tal manera que estos ladrillos serán llevados al laboratorio para los ensayos de resistencia a compresión de unidad, resistencia a compresión de pilas, resistencia a compresión de muretes , variación dimensional, alabeo y absorción. Todo esto se realizara teniendo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones. Finalmente estos resultados serán analizados y clasificados de acuerdo a la norma E070 de albañilería, así mismo discutidos con nuestros antecedentes.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se llevará a un laboratorio certificado 3 muestras para cada ensayo de laboratorio conformados por ladrillos ecológicos y se realizaran los ensayos correspondientes tales como resistencia a la compresión en ladrillo, resistencia a la compresión axial y corte diagonal como también ensayos de sus propiedades físicas del ladrillo ecológico. Todos los datos adquiriros serán registradas en fichas de recolección de datos posteriormente analizados por Microsoft Excel. Por otro lado para realizar el análisis estadístico se utilizará el software SPSS 25 con un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia del 5%.

Así mismo, todos los procedimientos que se ejecuten deben estar identificados con el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E-070 Albañilería.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para la presente investigación se tuvo en cuenta la honestidad, respeto y veracidad en la recolección de las fuentes bibliográficas, así mismo se citó informaciones que se han añadido al contenido de esta investigación, por otro lado, según Reinoso y Vergara en el Item 2.1.2 de los antecedentes internacionales utilizó 31 % de plástico PET y en esta investigación se utilizará el 3%, 6% y 9% de plástico PET, por lo que damos a conocer que estamos evaluando porcentajes diferentes. Para dar mayor veracidad se hará uso la Norma Técnica Peruana - E-070 Albañilería en los ensayos de laboratorio. La originalidad de esta investigación será evaluada por el programa Turnitin.

## IV. RESULTADOS

Tabla 10. Etapas de la metodología de trabajo

Etapa 1 (Pre campo)	Etapa 2 (Trabajo en campo)	Etapa 3 (Trabajo en laboratorio)	Etapa 4 (Análisis y procesamiento de resultados)	Etapa 5 (contrastación de hipótesis)
Definir y establecer materiales	Elaboración de ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Estudio de suelo y del plástico	Procesamiento de datos en laboratorio	Contrastación de hipótesis general
Obtención de materiales	Construcción de pilas y muretes	Evaluación de propiedades mecánicas	Análisis estadístico para propiedades físicas	Contrastación de hipótesis específico <sup>1,2 y 3</sup>
Definir los ensayos a realizar	Selección de muestras para ensayo de laboratorio	Evaluación de propiedades físicas	Análisis estadístico para propiedades mecánicas	

Fuente: Elaboración propia

El capítulo de resultados consta de 5 etapas como se muestra en la tabla 10 los cuales se detallan a continuación:

### ETAPA 1: PRE CAMPO

Para la presente investigación los materiales que se utilizaron son la arcilla, cemento y plástico PET en diferentes porcentajes, siendo estas como materia prima para la elaboración de los ladrillos ecológico.

Los materiales se obtuvieron de la siguiente manera: la arcilla se extrajo en la zona de Huachipa ver (fig.8), a lado de la ladrillera sagitario. Se eligió esta zona debido a que existe gran cantidad de empresas ladrilleras quienes realizan sus ladrillos con materiales extraídos de la misma zona.



Figura 8. Ubicación geográfica del lugar de extracción de la arcilla

El cemento usado fue el cemento sol tipo I, se obtuvo por medio de la compra en una ferretería aledaña a la zona.

Para la obtención del plástico PET se realizó la recolección del plástico en sectores contaminados, por medio de reciclajes en las viviendas aledañas y debido a la gran cantidad que se requería se realizó la compra en chatarrería. Posteriormente fue llevado a la propiedad de la señora Martha Malpica quien impulsadora de esta iniciativa de trabajos con plásticos en el Perú, quien cuenta con proveedores que tienen maquinas trituradoras de plástico de todos los tamaños. Para esta investigación se le hizo el requerimiento de los tamaños pasantes por el tamiz N° 4 del plástico PET.

Por otro lado, para la construcción de pilas y muretes se utilizaron los ladrillos ecológicos elaborados, la arena gruesa y el cemento que se utilizó fue comprado de una ferretería local en las mismas condiciones en que son comercializados en la zona de Huachipa. Estos mismos materiales son utilizados en la construcción de muros portantes y tabiquería en las viviendas unifamiliares. No se realizó los estudios granulométricos de la gruesa debido a que es un material conocido y usado en la construcción de manera empírica, estos deben de estar libres de impurezas y sales los cuales pueden llevar a un rápido deterioro del elemento construido con este material.

Definición de ensayos:

Los ensayos a realizarse serán: granulometría del suelo, índice de plasticidad del suelo granulometría del plástico PET, resistencia a compresión de la unidad de albañilería, resistencia a compresión diagonal de muretes, resistencia a compresión axial de pilas, variabilidad dimensional, alabeo y absorción. Estos ensayos se realizaran a los 7 días y a los 28 días.

En esta etapa también definimos la dosificación que se utilizará en la elaboración de los ladrillos ecológicos tal como se muestra en la tabla 11. En donde C= cemento; A= arcilla; PET= plástico PET. El certificado del diseño de mezcla se muestra en el anexo 17,18 y 19.

Tabla 11. Dosificación para los ladrillos ecológicos

<b>Ladrillos con 3% de plástico PET</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cemento (kg)	0.870	20%
Arcilla (kg)	3.045	70%
Plástico(kg)	0.130	3%
Agua (lt)	0.305	7%
Dosificación C:A:PET ; 1 : 3.9 : 0.25		
<b>Ladrillos con 6% de plástico PET</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cemento (kg)	0.870	20%
Arcilla (kg)	2.91	67%
Plástico (kg)	0.261	6%
Agua (lt)	0.305	7%
Dosificación C:A:PET ; 1 : 3.66 : 0.50		
<b>Ladrillos con 9% de plástico PET</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cemento (kg)	0.870	20%
Arcilla (kg)	2.78	64%
Plástico (kg)	0.39	9%
Agua (lt)	0.305	7%
Dosificación C:A:PET ; 1 : 3.44 : 0.73		

*Fuente: Elaboración propia*

## ETAPA 2: TRABAJO EN CAMPO

### 2.1 Elaboración de ladrillos ecológicos adicionando plástico PET

#### Materiales:

- ✓ Arcilla, cemento, plástico PET y agua.

#### Herramientas:

- ✓ Molde para ladrillo
- ✓ Lampa, carretilla, plancha de batir y frotacho largo.

## Equipos:

- ✓ Balanza electrónica

Primero, se fabricó los moldes respetando las medidas del ladrillo King Kong 18 huecos teniendo las siguientes medidas: largo: 23cm; ancho: 12.5 cm; alto: 9 cm. Este molde se mandó a fabricar en una carpintería ya que requería de precisión, materiales y equipos adecuados para su correcta fabricación. Un buen molde ayuda a elaborar ladrillos con las medidas requeridas.



*Figura 9: Molde de madera para los ladrillos ecológicos.*

A continuación se detalla los procedimientos:

Se realiza el tamizado de la arcilla, utilizando la malla n° 4 que se utiliza en construcción. Cabe recalcar que la arcilla obtenida en la cantera no es netamente fina, por lo que normalmente estos son pasan por una máquina trituradoras que realiza la molienda para pasar posteriormente por una zaranda. Para nuestro caso la arcilla no pasó por este proceso porque no se contaba con dicha máquina. Por otro lado el plástico PET se obtuvo utilizando la malla n 8. Teniendo en cuenta las dosificaciones se procede a realizar el pesado de los materiales (arcilla, cemento y plástico), para luego realizar la mezcla en seco para poder obtener un material homogéneo. La mezcla se coloca en una batea y se le agrega agua en cantidad suficiente hasta obtener una masa que sea trabajable. Se procede a pasar desmoldante al molde en este caso se utilizó arena fina ya que es un tipo de desmoldante utilizado por los labradores de ladrillos artesanales. Consiste en

mojar el molde y seguidamente se le hecha la arena fina el cual quedara impregnado en las paredes del molde y para evitar el exceso de arena se realiza un pequeño golpe al molde. Seguidamente se coge la mezcla formando una masa en la mano en cantidad suficiente para un ladrillo, ya que esa masa se suelta al molde aplicando una ligera fuerza de tal modo que quede compactado por sí mismo y quede casi lleno de modo que con la ayuda de la mano se empareja la superficie y luego se le hecha una capa de arena fina para realizar el razado con una pequeña regla. Finalmente se lleva el molde a una superficie plana que anticipadamente ha sido preparada, en el cual se coloca el molde y se voltea para luego jalar hacia arriba y queda el producto terminado.



*Figura 10: Ladrillo ecológico terminado con 9% de PET.*

El secado del ladrillo es durante las 24 horas, una vez secado se procede a realizar el curado con chorros de agua en su mismo lugar. Posteriormente se realiza el acopio de los ladrillos en un lugar techado para que el secado sea lento y mantenga la temperatura del ambiente. Una vez realizado el acopio se le va realizando el curado periódicamente hasta los 28 días.



*Figura 11. Curado de los ladrillos ecológicos después de 24 horas.*



## 2.2 Construcción de pilas y muretes

Los materiales y herramientas utilizados para la construcción de pilas muretes es el mismo, es por ello que a continuación se menciona los más importantes:

### Materiales:

#### ✓ Ladrillos

Ladrillos ecológicos de 9x12.5x23 (cm) adicionados con 3%,6% y 9% de plástico PET.

#### ✓ Mortero

Para el asentado del ladrillo se utilizó mortero con una proporción volumétrica de 1:4 (cemento y arena), según lo especificado en la norma.

Tabla 12: Dosificación para morteros en proporción.

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

Fuente: Norma técnica peruana E-070.

### Herramientas:

- ✓ Plancha de batir, lampa, batea, plomada, nivel de mano, cordel, wincha y escantión.

#### 2.2.1 construcción de pilas

Las pilas se construyeron con la finalidad de determinar la resistencia a compresión de la albañilería y tiene el siguiente proceso constructivo:

Se mojaron los ladrillos ecológicos en cantidad suficiente de tal manera que no esté muy seco ni muy mojado, se procedió con el asentado del ladrillo según a los procedimientos estándares haciendo en total 9 pilas, para cada porcentaje de plástico PET se construyó 3 pilas. Se consideró una junta de 1.5 cm, se utilizó el escantion para poder controlar la altura y plomada para controlar la verticalidad.

### **2.2.2 construcción de muretes**

Los muretes se construyeron con la finalidad de determinar la resistencia a compresión de la albañilería y tiene el siguiente proceso constructivo:

Se mojaron los ladrillos ecológicos en cantidad suficiente de tal manera que no esté muy seco ni muy mojado, luego se cortó unos 3 ladrillos por la mitad para lograr el amarre en el muro. Se procedió con el asentado del ladrillo según a los procedimientos estándares haciendo en total 6 muretes de 60x60cm y para cada porcentaje de plástico PET se construyó 2 muretes. Se consideró una junta de 1.5 cm, se utilizó escantion para poder controlar la altura, plomada para controlar la verticalidad y el cordel para poder mantener la alineación de los ladrillos. Finalmente se realizó el curado de los muros. Ver fig. 12.



*Figura 12: Construcción de muretes*

### **2.3. Selección de muestras para ensayo de laboratorio**

Se seleccionaron y clasificaron por porcentajes de PET a los ladrillos, pilas y muretes, de tal manera que sea fácil de identificar cuando se lleve al laboratorio para sus ensayos respectivos.

## ETAPA 3: TRABAJO EN LABORATORIO

### 3.1 Análisis granulométrico del suelo y del plástico PET

Se realizó este ensayo para poder determinar el tamaño de las partículas respetando la NTP 339.128, ASTM D422. Para el ensayo de suelo se llevó 5 kg y para el ensayo de plástico PET 2 kg, estos ensayos fueron realizados en el laboratorio MTL Geotecnia.



Figura 13: Ensayo granulométrico del suelo.



Figura 14: Ensayo granulométrico del PET.

### 3.2 Ensayo de límites de Atterberg

Para el presente ensayo se tuvo en cuenta la norma (ASTM D2216), inicialmente se determinó el límite líquido con la utilización de la cuchara de Casagrande, donde se realizó la abertura de material por medio de un ranurador calibrado y seguidamente se hace caer la cuchara de Casagrande desde 1cm de altura realizando 25 golpes.



Figura 15: Ensayo de límite líquido (uso de la copa de Casagrande).

Por otro lado para hallar el límite plástico se tomó aproximadamente 1cm<sup>3</sup> del suelo y se realizó muestras cilíndricas con diámetro de 3 mm con la palma de la mano con el objetivo de precisar el momento donde el suelo empieza a resquebrajarse, para este ensayo se utilizó una espátula flexible, placa de vidrio, horno de secado y balanza de precisión 0.1gr. Finalmente se hizo la prueba de límite de contracción para determinar el cambio de estado sólido a estado semisólido del suelo.



*Figura 16: Ensayo del límite plástico (muestras cilíndricas).*

### **3.3 Ensayo de resistencia a la compresión en unidad de albañilería:**

Esta prueba es de gran importancia debido a que nos permite determinar la resistencia de la unidad de albañilería en unidad de medida de (kg/cm<sup>2</sup>). Según la norma de E-070 albañilería establece que la compresión unitaria  $f'_b$  se determina dividiendo la carga de rotura entre el área bruta. Para el ensayo se requirió de 3 unidades (uno de ellos se muestra en la fig. (17) para cada porcentajes 3%, 6% y 9% de PET, siendo llevados a laboratorio un total de 9 ladrillos ecológicos los cuales han sido capeados o refrentados con la finalidad de que ambas caras que están en contacto con la maquina estén parejas y que no presente irregularidades el cual se deja secar por lo menos por 24 horas y luego se hace el ensayo correspondiente. La norma que se utiliza es la NTP 399.613.



*Figura 17: Ensayo de resistencia a compresión de unidad de albañilería.*

### **3.4 Ensayo de resistencia a la compresión en pilas**

Para poder realizar el ensayo a compresión de pilas se trasladaron nueve prismas con mucho cuidado con una semana de anticipación para el proceso de capeado o refrentado lo cual se hace con mucha precaución, para realizar el ensayo se toman las medidas de la altura para poder hacer una corrección por esbeltez. Luego se coloca en la máquina de compresión, el cual va ejercer la carga de rotura en (kgf) de manera gradual hasta que el prisma llegue a su estado de rotura. La norma que se utiliza es la NTP 399.605. Se ensayaron 3 pilas para 3%, 6% y 9% de PET.



*Figura 18: Ensayo de resistencia a compresión en pilas.*



*Figura 19: Forma de falla del pila.*

### 3.5 Ensayo de resistencia a la compresión en muretes

Para poder realizar el ensayo a compresión de muretes se trasladaron seis muretes con mucho cuidado con una semana de anticipación para el proceso de capeado o refrentado lo cual se hace con mucha precaución, para realizar el ensayo se toman las medidas de largo, ancho y alto para poder obtener el área del murete. Luego se coloca en la máquina de compresión, el cual va ejercer la carga de rotura en kgf de manera gradual hasta que el murete llegue a su estado de rotura. La norma que se utiliza es la NTP 399.621. Se ensayaron 2 muretes para 3%, 6% y 9% de PET.



*Figura 20: Ensayo de resistencia a compresión del murete. Figura 21: Forma de falla del murete*

### 3.6 Ensayo de variación dimensional y alabeo

Este ensayo se realizó con 9 ladrillos ecológicos tanto para para variación dimensional y alabeo, en cuanto al primero se tomó las medidas de los lados del ladrillo justamente para verificar la variabilidad de las medidas respecto al diseño del molde, esto se realiza con la NT 399.613. Respecto al segundo que es el ensayo de alabeo se toman medidas de concavidad lo cual consiste en colocar una regla longitudinal o diagonal en una de las caras mayores del ladrillo en el cual se introduce una cuña para luego efectuar la lectura con una precisión de 1mm y para convexidad de igual manera se coloca la regla sobre una cara del ladrillo y se coloca dos cuñas en ambos extremos en el cual se busca que tengan la misma medida en ambas cuñas y luego se efectúa la lectura, se usó la NTP 399.613.

### 3.7 Ensayo de absorción del ladrillo ecológico

Se llevó a laboratorio 6 ladrillos ecológicos del cual la muestra es de 2 ladrillos para 3%, 6% y 9% de PET. el ensayo consiste en identificar los ladrillos por porcentajes y poner en el horno por 24 horas para poder eliminar cualquier humedad que pueda existir, una vez retirado se pesan los ladrillos para obtener el peso seco. Luego estos mismos ladrillos son colocados en recipientes con agua durante 24 horas y una vez retirado se realiza el pesado para obtener el peso húmedo, ya con estos datos se pueden obtener el porcentaje de absorción del ladrillo, para esto se utiliza la NTP 699.613 ó 699. 604.



*Figura 22: Secado del ladrillo ecológico en el horno.    Figura 23: Ladrillos sumergidos en el agua.*

#### **ETAPA 4: Análisis y procesamiento de datos de laboratorio (resultados)**

En esta etapa se realizara el análisis y procesamiento de los resultados obtenidos en laboratorio, es en esta etapa, donde se hace uso de las fichas de recolección de datos, ya que en estas se registran los datos que se obtienen mediante la observación directa, luego de esto estos datos son pasados a una hoja de cálculo para poder ser analizados y calculados mediante fórmulas ya establecidas. Finalmente se obtienen los resultados de la investigación, los cuales se detallaran a continuación.

#### 4.1 Resultados del ensayo granulométrico y límites de Atterberg del suelo

El presente ensayo de estudio de suelo fue realizado en el laboratorio MTL geotecnia SAC, donde se desarrolló los siguientes ensayos: Análisis granulométrico (NTP 339.128, ASTM), Limite de consistencia (ASTM D4318), Contenido de humedad (ASTM D2216), Clasificación SUCS (ASTM 2487). El certificado se puede ver en el anexo 20.

Tabla 13. Resultados de ensayo granulométrico y límites de atterberg

Análisis granulométrico del suelo			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600	100.0	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>
3"	76.200	100.0	Contenido de humedad (%)
2 1/2"	63.300	100.0	
2"	50.800	100.0	<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>
1"	25.400	100.0	Limite liquido (LL)
3/4"	19.000	100.0	Limite plástico (LP)
1/2"	12.500	100.0	Índice plástico (IP)
3/8"	9.500	100.0	Índice de consistencia (IC)
N° 4	4.750	100.0	Índice de liquidez (L)
N° 10	2.000	84.8	<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>
N° 20	0.840	76.6	Clasificación SUCS (ASTM D2487)
N° 40	0.425	57.5	Clasificación AASHTO (D3282)
N° 60	0.250	56.1	Nombre del grupo
N° 100	0.150	55.1	
N° 200	0.075	49.0	

Fuente: Elaboración propia

Cabe recalcar que este ensayo granulométrico y los límites de Atterberg se realizaron con la finalidad de saber el tipo y consistencia de suelo que se va utilizar para la elaboración de los ladrillos ya que este resultado no entra para ser contrastado con la hipótesis planteada.

Mediante la clasificación S.U.C.S (sistema unificado de clasificación de suelo norma, ASTM D3282) se determinó que el tipo de suelo es un **SC** (arena arcillosa). El contenido de humedad es de 25.2%, límites de atterberg: limite liquido 36.59%, limite plástico 24.06% teniendo como índice de plasticidad 12.53%, según la granulometría del suelo se obtuvo como resultado gravas 0%, arena 51% y finos 49%.



## 4.2 Resultados de ensayo granulométrico del PET

El presente ensayo granulométrico del plástico PET fue realizado en el laboratorio MTL geotecnia SAC, siguiendo la (NTP 339.128, ASTM), los certificados se pueden observar en anexo 21. Para realizar dicho ensayo se requirió un peso total de 523.8 gr de muestra.

Tabla 14. Resultados de análisis granulométrico del PET

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº8	2.38	289.6	55.3	55.3	44.7
Nº 16	1.19	134.2	25.6	80.9	19.1
Nº 30	0.60	98.9	18.9	99.8	0.2
Nº 50	0.30	1.1	0.2	100.0	0.0
Nº 100	0.15	0.2	0.0	100.0	0.0
FONDO		-0.2	0.0	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

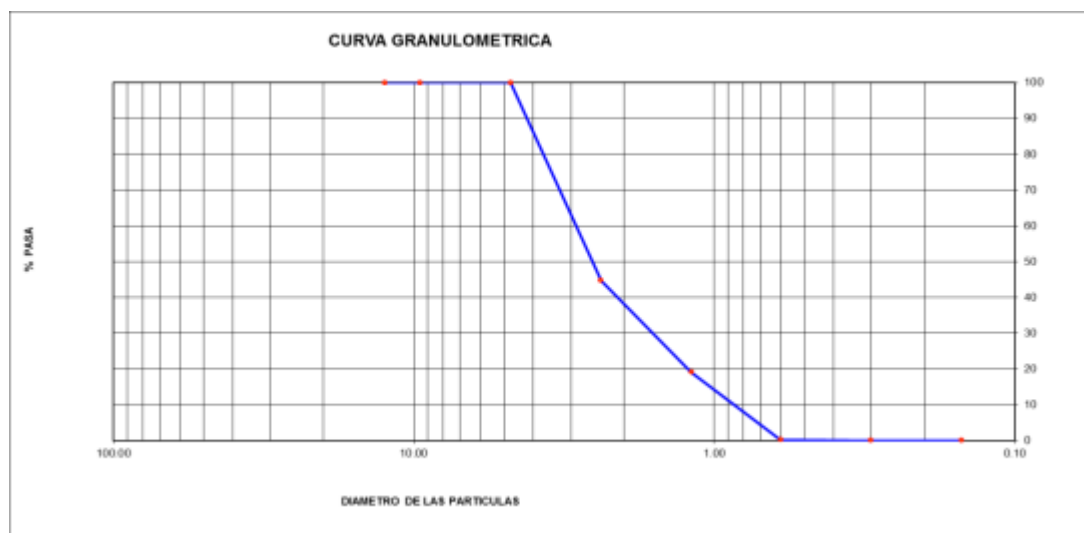


Figura 24: Curva granulométrica del PET.

Del resultado se puede deducir que el PET que se utilizó en la elaboración de los ladrillos ecológicos es un material grueso según la clasificación SUCS. Para la investigación se considera como agregado fino debido a que las arenas están consideradas como tal. El tamaño utilizado es 4.76 mm pasantes del tamiz nº 4.

### 4.3 Resultados del ensayo de resistencia a compresión de unidad de albañilería

Se realizaron los ensayos de resistencia a compresión de unidades de albañilería a los 7 y 28 días de secado el laboratorio MTC Geotecnia SAC según lo indicado en la NTP 399.613, sometiéndose a ensayo 3 muestras de ladrillos con adición de 3%, 6% y 9% plástico PET. Ver certificados en los anexo 22, 23, 24 y 25.

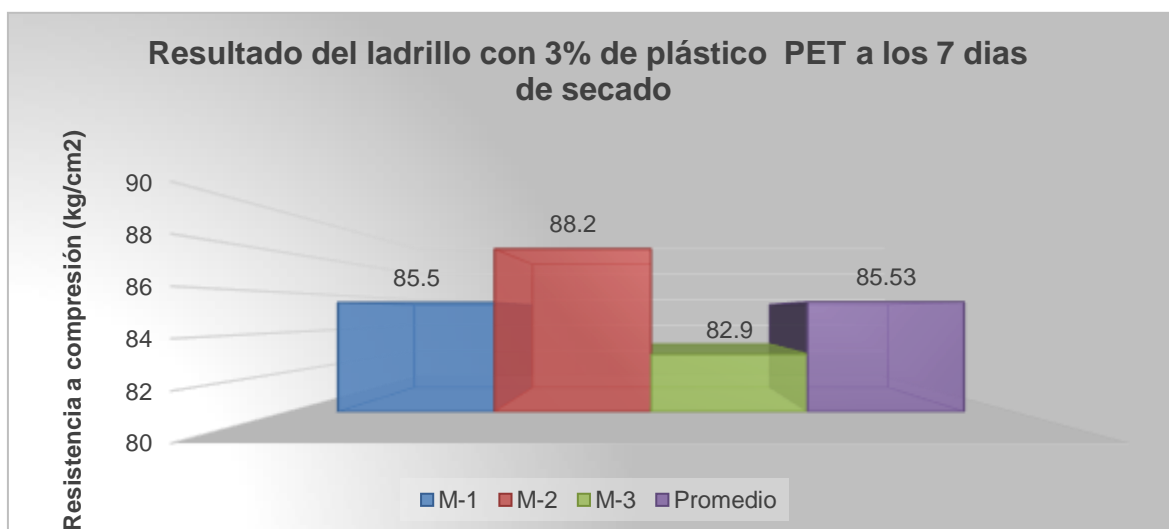
#### 4.3.1 Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 7 días de secado

Tabla 15. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 7 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 3% PET A LOS 7 DÍAS DE SECADO ( NTP 399.613)						
Indicadores		Largo	Ancho	Área	Carga	(f' b)
		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
3% PET	M1	23.10	12.60	291.1	24755.9	85.5
	M2	23.00	12.60	289.8	25547.8	88.2
	M3	23.10	12.70	293.4	24321.0	82.9
Resistencia a la compresión promedio						85.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 7 días de secado.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 y 16, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 3% de PET obteniendo así los siguientes valores: muestra1=85.5kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=88.2kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=82.9kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=85.52kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.2 Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 28 días de secado

Tabla 17. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 28 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 3% PET A LOS 28 DÍAS DE SECADO ( NTP 399.613)						
Indicadores		Largo	Ancho	Área	Carga	(f´b)
		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
3% PET	M1	23.30	12.70	295.9	39748.4	134.3
	M2	23.00	13.00	299.0	40729.8	136.2
	M3	23.00	13.00	299.0	40498.7	135.4
Resistencia a la compresión promedio						135.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 3% de PET a los 28 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 y 18, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 3% de PET obteniendo así los siguientes

valores: muestra1=134.3 kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=136.2 kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=135.4 kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=135.3kg/cm<sup>2</sup>.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico se realiza la prueba de t Student para una muestra donde se compara la media de un grupo con un valor de prueba, que en este caso serán los valores establecidos en la NTP E070, es una prueba paramétrica que sirve para comparar variables numéricas de distribución normal. Se obtienen las siguientes variables estadísticas básicas: la media aritmética, la desviación estándar, T estadístico y el valor P (significancia). La hipótesis Ho es aceptada si P es mayor al nivel de significancia ( $\alpha$ ), siendo el nivel de significancia de 5% y el nivel de confianza de 95%.

Para realizar la prueba t student se tiene que cumplir el supuesto de normalidad, ya que las medias tienen que tener una distribución normal. Teniendo en cuenta esta teoría se realizó esta prueba para todos los resultados que se está analizando y se llega a la conclusión de que si se cumple la prueba de normalidad. En el anexo 5 se muestra la prueba de normalidad para la resistencia a compresión de ladrillos con adición de 3% de plástico PET. Este proceso se excluye en los demás análisis debido a que es un proceso que se repite y se ha hecho para todas las pruebas.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 3% de plástico PET a los 28 días de secado.**

La norma E-070 indica que para el diseño de viviendas unifamiliares se usan ladrillos estructurales tipo IV con una resistencia de 130kg/cm<sup>2</sup> es por ello, que este ladrillo será tomado en cuenta como patrón o de control. El procedimiento del análisis estadístico para obtener la tabla 19 está en el anexo 6. El procedimiento se repite para todos los resultados, por ello se considera solo una resolución a manera de ejemplo.

#### **Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 130 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 3% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**H1:**  $\mu > 130 \text{ kg/cm}^2$  ; ; La adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1)

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

Tabla 19. Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 9% PET	9,598	2	,011	5,26667	2,9056	7,6277

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 19, el P-valor es de 0.011 es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Estos ladrillos ecológicos clasifican como ladrillos tipo IV cumpliendo con la NTP E-070.

Tabla 20. Clasificación del ladrillo ecológico con 3% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se muestra la clasificación de los ladrillos según la NTP E070, se plasma esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 3% de PET, ensayados a los 7 y 28 días de secado. Destacamos el resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión de 135.3 kg/cm<sup>2</sup>, clasificándolo como ladrillos tipo IV con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, ya que la resistencia obtenido esta entre los intervalos de 130 a 180kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.3 Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 7 días de secado

Tabla 21. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 7 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 6% PET A LOS 7 DÍAS DE SECADO( NTP 399.613)						
Indicadores		Largo	Ancho	Área	Carga	(f' b)
		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
6% PET	M1	23.00	12.50	287.5	23205.0	80.7
	M2	23.10	12.50	291.1	22490.8	77.3
	M3	23.10	12.60	291.1	23247.0	80.0
Resistencia a la compresión promedio						79.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla22: Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 7 días de secado.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21 y 22, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 6% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=80.7kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=77.3kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=80.0kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=79.33kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.4 Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 28 días de secado

Tabla 23. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 28 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 6% PET A LOS 28 DÍAS DE SECADO( NTP 399.613)						
Indicadores		Largo	Ancho	Área	Carga	(f' b)
		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
6% PET	M1	23.00	12.60	289.8	37832.2	130.5
	M2	23.50	12.50	293.8	37697.3	128.3
	M3	23.30	12.70	295.9	37498.3	126.7
Resistencia a la compresión promedio						128.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla24: Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 6% de PET a los 28 días de secado.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 y 24, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 6% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=130.5kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=128.3kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=126.7kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=128.5kg/cm<sup>2</sup>.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 6% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que para el diseño de viviendas unifamiliares se usan ladrillos estructurales tipo IV con una resistencia de 130kg/cm<sup>2</sup> es por ello, que este ladrillo será tomado en cuenta como patrón o de control.

**Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 130 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 6% de plástico PET no incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**H1:**  $\mu > 130 \text{ kg/cm}^2$ ; La adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1)

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

Tabla 25. Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 6% de PET

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 9% PET	-1,362	2	,306	-1,50000	-6,2394	3,2394

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

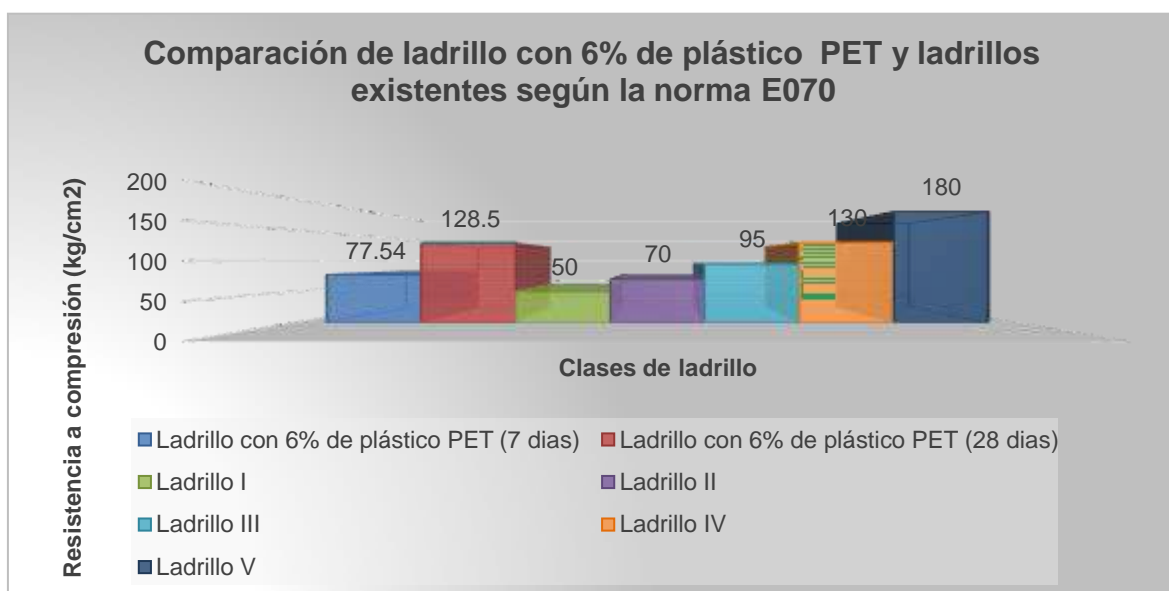


De acuerdo a la tabla 25, el P- valor es de 0.306 y es mayor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto aceptamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 6% de plástico PET no incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Estos ladrillos ecológicos no clasifican como ladrillos tipo IV, pero si clasifican como ladrillos tipo III, el cual indica que debe tener una resistencia de 95kg/cm<sup>2</sup> por lo que también cumplen con lo estipulado en la NTP E-070.

➤ **Clasificación del ladrillo ecológico con 6% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado- NTP E070.**

Tabla 26. Clasificación del ladrillo ecológico con 6% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se muestra la clasificación de los ladrillos según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 6% de PET, ensayados a los 7 y 28 días de secado. Destacamos el resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen un resistencia a compresión de 128.5 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual no clasifica como ladrillos tipo IV con fines estructurales, pero si clasifica como un ladrillo tipo III con un nivel de

significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, ya que la resistencia obtenido esta entre los intervalos de 95 a 130kg/cm<sup>2</sup>.

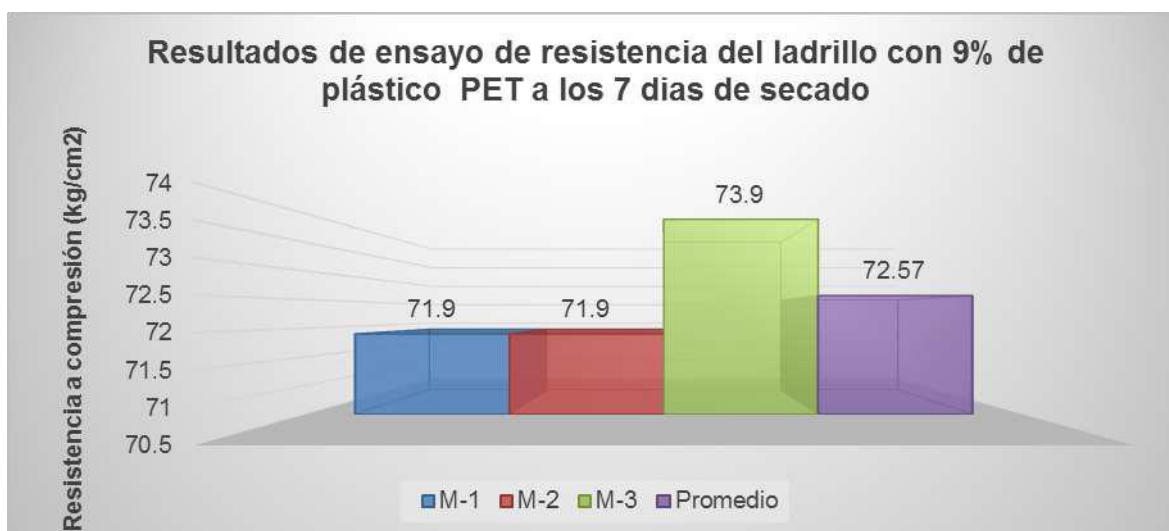
#### 4.3.5 Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 7 días de secado

Tabla 27. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 7 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 9% PET A LOS 7 DÍAS DE SECADO ( NTP 399.613)						
Indicadores		Largo	Ancho	Área	Carga	(f´b)
		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
9% PET	M1	23.00	12.50	287.5	20683.6	71.9
	M2	23.10	12.60	291.1	20937.6	71.9
	M3	23.10	12.60	288.8	21339.2	73.9
Resistencia a la compresión promedio						72.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 7 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 y 28, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 9% de PET obteniendo así los siguientes

datos: muestra1=71.9kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=71.9kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=73.9kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=72.57kg/cm<sup>2</sup>.

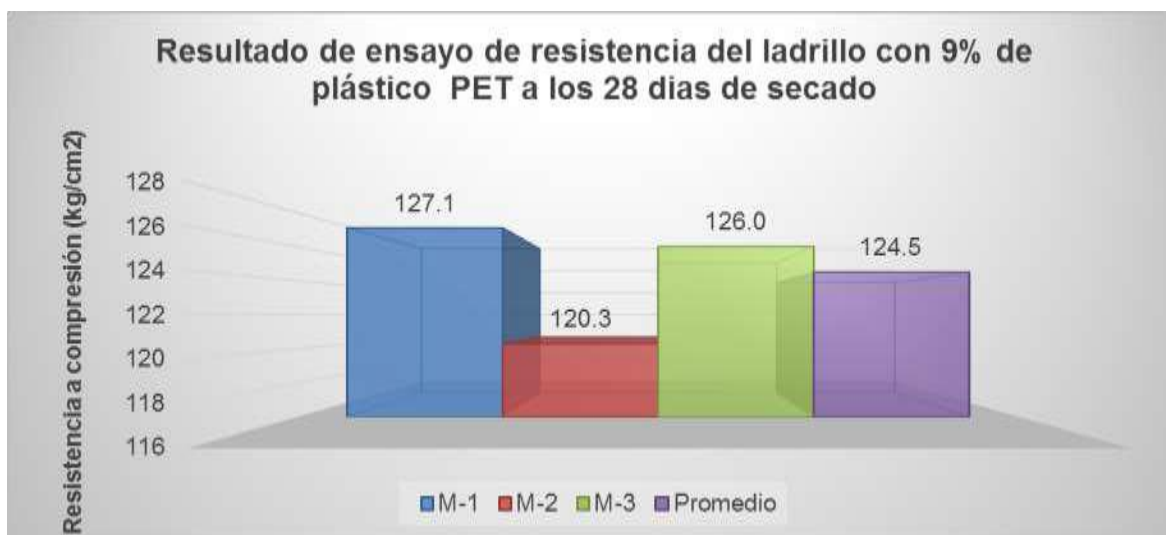
#### 4.3.6 Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 28 días de secado

Tabla 29. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 28 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 9% PET A LOS 28 DÍAS DE SECADO ( NTP 399.613)						
Indicadores		Largo	Ancho	Área	Carga	(f´b)
		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
9% PET	M1	23.30	12.70	295.9	37617.5	127.1
	M2	23.30	12.60	293.6	35305.7	120.3
	M3	23.30	12.50	291.3	36706.7	126.0
Resistencia a la compresión promedio						124.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla30: Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 9% de PET a los 28 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 y 30, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 9% de PET obteniendo así los siguientes

datos: muestra1=127.1kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=120.3kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=126.0kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=124.5kg/cm<sup>2</sup>.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 9% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que para el diseño de viviendas unifamiliares se usan ladrillos estructurales tipo IV con una resistencia de 130kg/cm<sup>2</sup> es por ello, que este ladrillo será tomado en cuenta como patrón o de control.

**Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 130 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 9% de plástico PET no mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu > 130 \text{ kg/cm}^2$  ;; La adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 31. Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 9% de PET.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 9% PET	-2,626	2	,120	-5,53333	-14,6007	3,5341

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

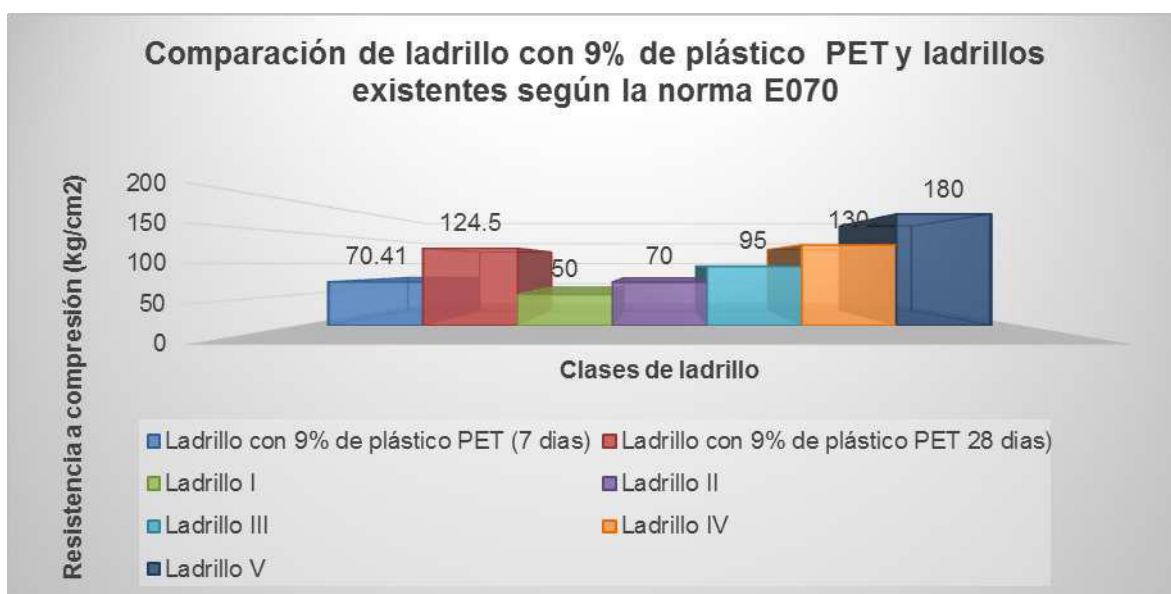
De acuerdo a la tabla 31, el P- valor es de 0.120 y es mayor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto aceptamos la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 9% de plástico PET no mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el

diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Estos ladrillos ecológicos no clasifican como ladrillos tipo IV, pero si clasifican como ladrillos tipo III, el cual indica que debe tener una resistencia de 95kg/cm<sup>2</sup> por lo que también cumplen con lo estipulado en la NTP E-070.

➤ **Clasificación del ladrillo ecológico con 9% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado- NTP E070.**

Tabla 32. Clasificación del ladrillo ecológico con 9% de PET según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 se muestra la clasificación de los ladrillos según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 9% de PET, ensayados a los 7 y 28 días de secado. Destacamos el resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen un resistencia a compresión de 124.5 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual no clasifica como ladrillos tipo IV con fines estructurales, pero si clasifica como un ladrillo tipo III con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, ya que la resistencia obtenido esta entre los intervalos de 95 a 130kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4 Ensayo de resistencia a compresión de pilas de ladrillos ecológicos con adición de plástico PET a los 28 días de secado

Este ensayo fue realizado en el laboratorio MTL geotecnia S.A.C, el resultado fue obtenido por medio de la división de la carga de la rotura entre el área de contacto del prisma y corregido al multiplicar con el factor de esbeltez (tabla 33), obteniéndose la resistencia a compresión de pilas, por medio de la sustracción del promedio de muestras con la desviación estándar. Ver certificado de laboratorio en los anexos 22, 23 y 24.

Tabla 33: Factor de corrección de  $f'_m$  por esbeltez

TABLA 10 FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma técnica peruana E-070 de albañilería

#### 4.4.1 Resultado del ensayo a compresión de pilas para ladrillos ecológicos con 3% de plástico PET

Tabla 34: Dimensiones de pilas con 3% de plástico PET

Dimensiones de pilas con 3% de plástico PET						
Indicadores		h	L	t	Esbeltez	Factor de corrección
		(cm)	(cm)	(cm)	(h/t)	
Pila	M1	32.5	23	13	2.5	0.80
	M2	32.8	23.5	13.1	2.5	0.80
	M3	32	23.5	13	2.46	0.79

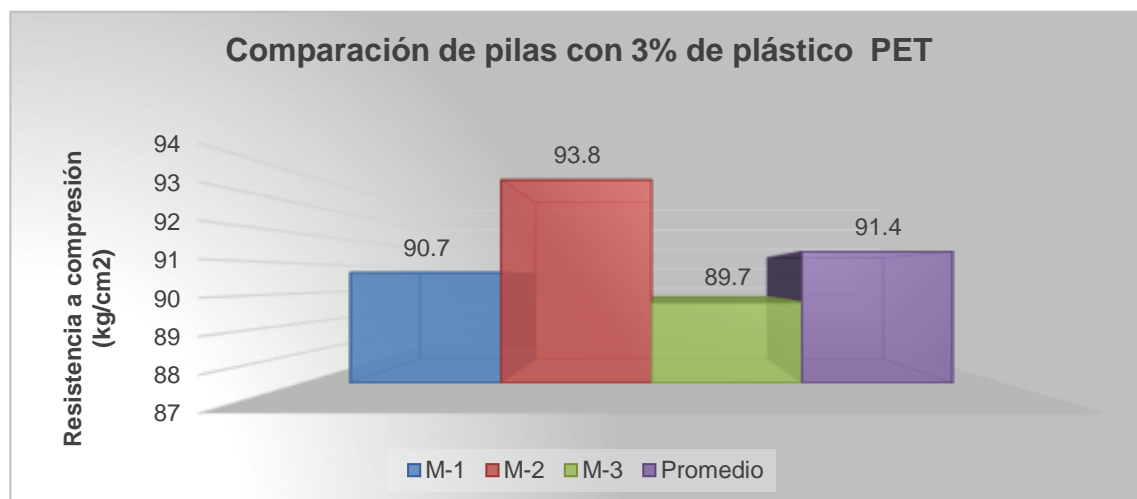
Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Resistencia a compresión axial de pilas con 3% de plástico PET

Resistencia a compresión axial de pilas con 3% de plástico PET						
Indicadores		Área	Carga	Carga	Factor de corrección	f'm
		(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Kg)		(Kg/cm <sup>2</sup> )
Pila	M1	299	332.3	33885.3	0.80	90.7
	M2	308	354.07	36104.8	0.80	93.8
	M3	306	340.16	34686.2	0.79	89.7
Promedio						91.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Grafico de resistencia a compresión axial de pilas con 3% de plástico PET



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 y 36, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 3% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=90.7kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=93.8kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=89.7kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=91.4kg/cm<sup>2</sup>

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión de pilas con 3% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que la resistencia a compresión de pilas para edificaciones con muros estructurales es de 65kg/cm<sup>2</sup> en ladrillos King Kong industrial y 35kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos King Kong artesanal. En este caso se utilizara la resistencia del ladrillo industrial como muestra patrón o grupo de control, ya que la finalidad es superar estos valores.

#### **Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 65 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 3% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**H1:**  $\mu > 65 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

### Estrategia de prueba:

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1)

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

Tabla 37. Prueba t de student para resistencia a compresión de pilas con 3% de PET

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 65					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia de pila con 3% PET	21,390	2	,002	26,40000	21,0895	31,7105

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a la tabla 37, el P- valor es de 0.002 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. La pila con 3% de plástico PET cumple con la resistencia característica de albañilería que es de 65kg/cm<sup>2</sup> según lo estipulado en la NTP E-070. Se superó la resistencia mínima en pilas ya que se obtuvo un promedio de 91.4kg/cm<sup>2</sup>.

### ➤ Comparación de pila con 3% de plástico PET y resistencia de pilas existentes según la norma E-070

Tabla 38: Grafico de resistencia a compresión de pilas con 3% de plástico PET según la norma



Fuente: Elaboración propia



En la tabla 38, se muestra la clasificación de los ladrillos según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder verificar las resistencias características de la albañilería en pilas con adición de 3% de PET, ensayados a los 28 días de secado. Destacamos los resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión de 91.4kg/cm<sup>2</sup>, superando así a las pilas industriales que especifica como 65 kg/cm<sup>2</sup>. Se afirma esto con un nivel de confianza de 95%.

#### 4.4.2 Resultado del ensayo a compresión de pilas para ladrillos ecológicos con 6% de plástico PET

Tabla 39: Dimensiones de pilas con 6% de plástico PET

Dimensiones de pilas con 6% de plástico PET						
Indicadores		h	L	t	Esbeltez	Factor de corrección
		(cm)	(cm)	(cm)	(h/t)	
Pila	M1	31.5	23.0	12.8	2.46	0.79
	M2	32.5	23.5	13.0	2.50	0.80
	M3	32.0	23.5	13.0	2.46	0.79

Tabla 40: Resistencia a compresión axial de pilas con 6% de plástico PET

Resistencia a compresión axial de pilas con 6% de plástico PET						
Indicadores		Área	Carga	Carga	Factor de corrección	f'm
		(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Kg)		(Kg/cm <sup>2</sup> )
Pila	M1	294	322.49	32885.3	0.79	88.7
	M2	306	334.45	34104.8	0.80	89.3
	M3	306	310.74	31686.2	0.79	81.9
Promedio						86.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Resistencia a compresión axial de pilas con 6% de plástico PET



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 y 41, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 6% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=88.7kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=89.3kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=81.9kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=86.7kg/cm<sup>2</sup>

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión de pilas con 6% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que la resistencia a compresión de pilas para edificaciones con muros estructurales es de 65kg/cm<sup>2</sup> en ladrillos King Kong industrial y 35kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos King Kong artesanal. En este caso se utilizara la resistencia del ladrillo industrial como muestra patrón o grupo de control, ya que la finalidad es superar estos valores.

**Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 65 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 6% de plástico PET no incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**H1:**  $\mu > 65 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1)

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

*Tabla 42. Prueba t de student para resistencia a compresión de pilas con 6% de PET*

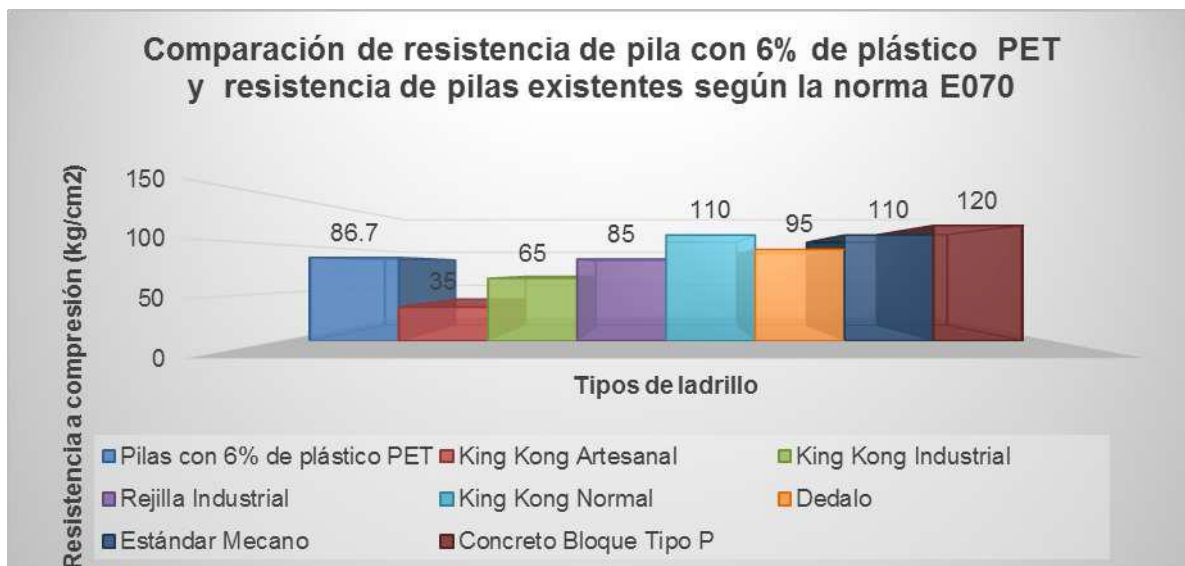
Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 65					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Inferior					Superior	
Resistencia de pila con 6% PET	9,116	2	,012	21,63333	11,4232	31,8435

*Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25*

De acuerdo a la tabla 42, el P- valor es de 0.012 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ). En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. La pila con 6% de plástico PET cumple con la resistencia característica de albañilería que es de 65kg/cm<sup>2</sup> según lo estipulado en la NTP E-070. Se superó la resistencia mínima en pilas ya que se obtuvo un promedio de 86.7kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Comparación de pila con 6% de plástico PET y resistencia de pilas existentes según la norma E-070**

Tabla 43: Grafico de comparación de resistencia a compresión de pilas con 6% de plástico PET según la norma



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 se muestra la clasificación de los ladrillos según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder verificar las resistencias características de la albañilería en pilas con adición de 6% de PET, ensayados a los 28 días de secado. Destacamos los resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión de 86.7kg/cm<sup>2</sup>, superando así a las pilas industriales que especifica como 65 kg/cm<sup>2</sup>. Se afirma esto con un nivel de confianza de 95%.

#### 4.4.3 Resultado del ensayo a compresión de pilas para ladrillos ecológicos con 9% de plástico PET

Tabla 44: Dimensiones de pilas con 9% de plástico PET

Dimensiones de pilas con 9% de plástico PET						
Indicadores		h	L	t	Esbeltez	Factor de corrección
		(cm)	(cm)	(cm)	(h/t)	
Pila	M1	32.5	23.0	13.0	2.5	0.80
	M2	34.7	23.5	12.4	2.8	0.87
	M3	32.0	23.5	13.0	2.46	0.79

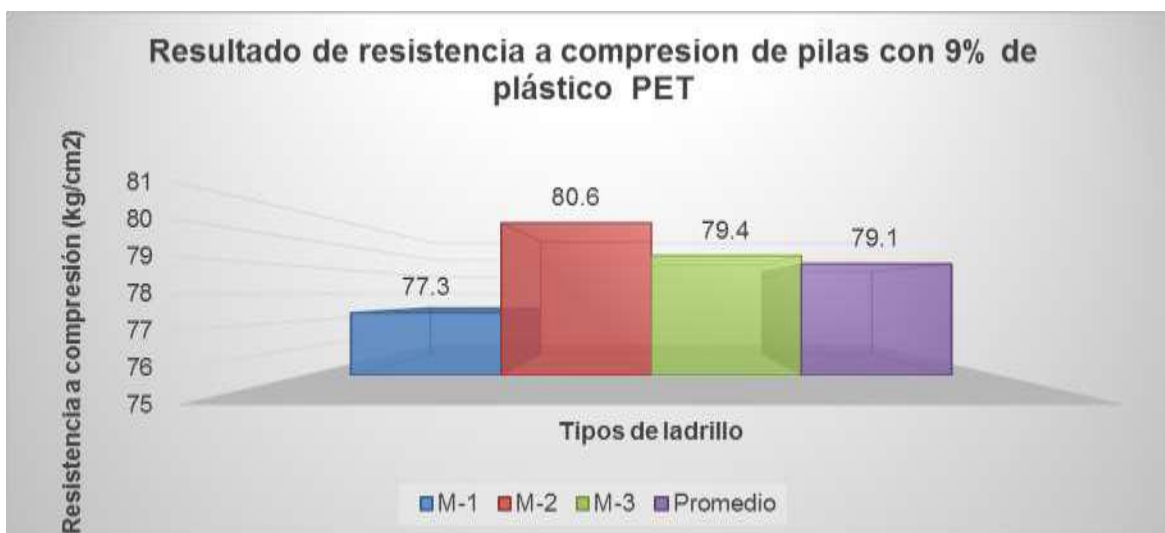
Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Resistencia a compresión axial de pilas con 9% de plástico PET

Resistencia a compresión axial de pilas con 9% de plástico PET						
Indicadores		Área	Carga	Carga	Factor de corrección	f'm
		(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Kg)		(Kg/cm <sup>2</sup> )
Pila	M1	299	283.27	28885.3	0.80	77.3
	M2	291	265.81	27104.8	0.87	80.6
	M3	306	300.93	30686.2	0.79	79.4
					Promedio	79.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Resistencia a compresión axial de pilas con 9% de plástico PET



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 45 y 46, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 9% de PET obteniendo así los siguientes

datos: muestra1=77.3kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=80.6kg/cm<sup>2</sup>, muestra3=79.4kg/cm<sup>2</sup> y el promedio=79.1kg/cm<sup>2</sup>

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión de pilas con 9% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que la resistencia a compresión de pilas para edificaciones con muros estructurales es de 65kg/cm<sup>2</sup> en ladrillos King Kong industrial y 35kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos King Kong artesanal. En este caso se utilizara la resistencia del ladrillo industrial como muestra patrón o grupo de control, ya que la finalidad es superar estos valores.

**Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 65 \text{ kg/cm}^2$ ; La adición del 9% de plástico PET no mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**H1:**  $\mu > 65 \text{ kg/cm}^2$ ; La adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1)

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

*Tabla 47. Prueba t de student para resistencia a compresión de pilas con 9% de PET*

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 65					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Inferior					Superior	
Resistencia pila con 9% PET	14,621	2	,005	14,10000	9,9507	18,2493

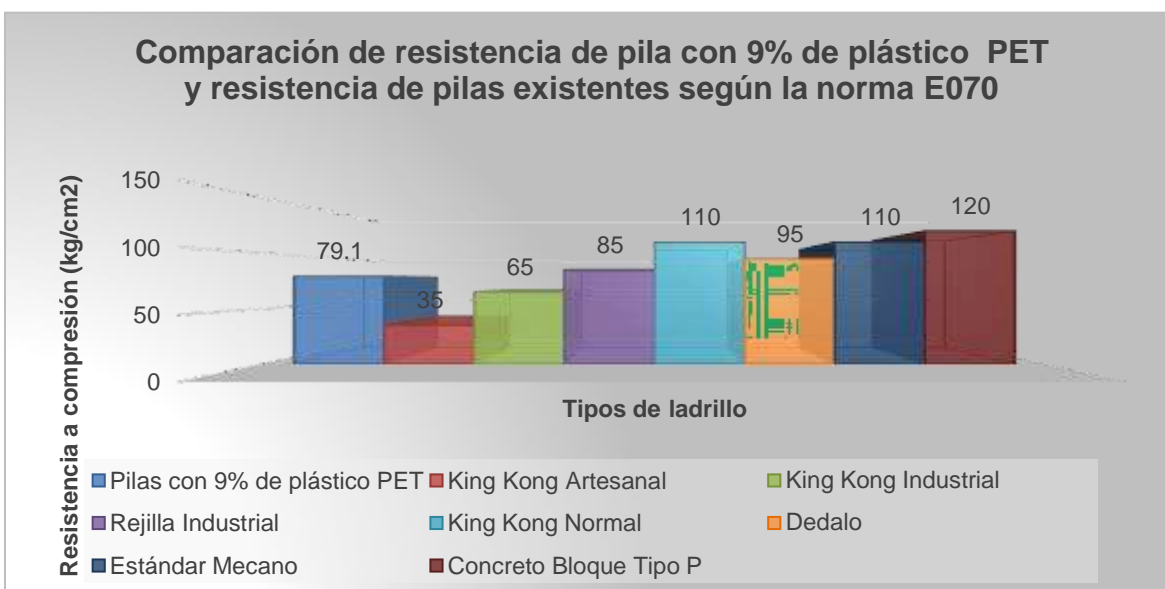
*Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25*

De acuerdo a la tabla 47, el P- valor es de 0.005 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. La pila con 9% de plástico PET cumple con la resistencia característica de albañilería que es de 65kg/cm<sup>2</sup> según lo estipulado en la NTP E-070. Se superó la resistencia mínima en pilas ya que se obtuvo un promedio de 79.1kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Comparación de pila con 9% de plástico PET y resistencia de pilas existentes según la norma E-070**

Tabla 48: Grafico de comparación de resistencia a compresión de pilas con 9% de plástico PET según la norma



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48 se muestra la clasificación de los ladrillos según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder verificar las resistencias características de la albañilería en pilas con adición de 9% de PET, ensayados a los 28 días de secado. Destacamos los resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión de 79.1kg/cm<sup>2</sup>, superando así a las pilas industriales que especifica como 65 kg/cm<sup>2</sup>. Se afirma esto con un nivel de confianza de 95%.

#### 4.5 Ensayo de resistencia a compresión diagonal de muretes con adición plástico PET secado a los 28 días.

Este ensayo fue realizado en el laboratorio MTL geotecnia S.A.C, se sometieron a la prueba 2 muestras de cada grupo de estudios los cuales están conformado por 3%, 6% y 9% de plástico PET, estos muretes con dimensiones de 0.60 m x 0.60 m y con una junta de 1.5 cm que cumple con lo exigido por Norma E 070. La resistencia a compresión diagonal se determinó al dividir la carga de rotura aplicada entre el área bruta de la diagonal. Ver certificado en anexos 25, 26 y 27.

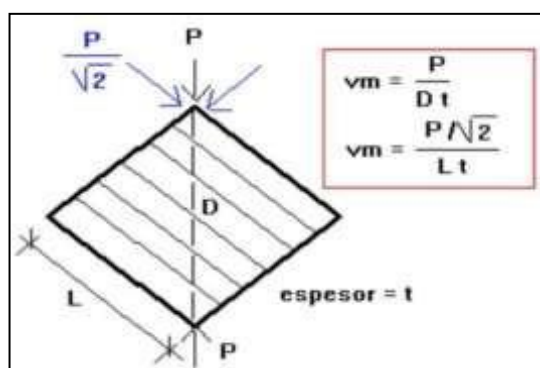


Figura 25 : Formula para hallar la resistencia compresión diagonal

#### 4.5.1 Resultado del ensayo a compresión de muretes con ladrillos ecológicos con 3% de plástico PET

Tabla 49: Dimensiones de muretes con 3% de plástico PET

Dimensiones de muretes con 3% de plástico PET					
Indicadores		h	L	t	Diagonal
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Murete	M1	62.0	61.0	12.5	86.97
	M2	63.0	61.3	12.5	87.90

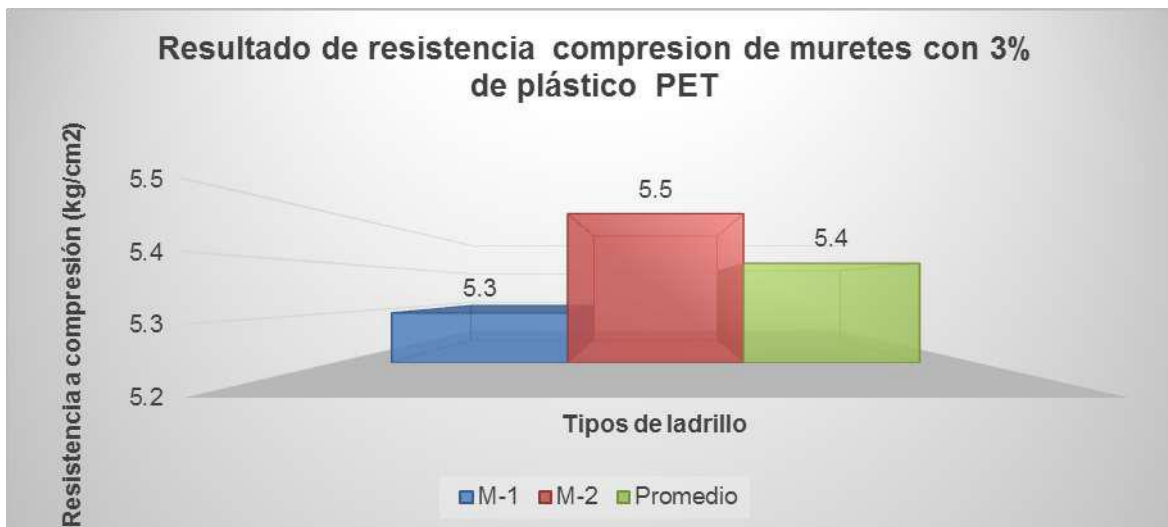
Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Resistencia a compresión diagonal de muretes con 3% de plástico PET

Resistencia a compresión diagonal de muretes con 3% de plástico PET					
Indicadores		Área diagonal	Carga	Carga	V'm
		(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
Murete	M1	1087.12	56613.8	5773	5.3
	M2	1098.75	55407.6	5990	5.5
				<b>Promedio</b>	5.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Grafico de resistencia a compresión diagonal de muretes con 3% de plástico PET



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 50 y 51, se muestra los resultados de muretes con adición de 3% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=5.3 kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=5.5 kg/cm<sup>2</sup>, y el promedio= 5.4kg/cm<sup>2</sup>.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión de muretes con 3% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que la resistencia a compresión de muretes para edificaciones con muros estructurales es de 8.1kg/cm<sup>2</sup> en ladrillos King Kong industrial y 5.1kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos King Kong. En este caso se utilizara la resistencia del ladrillo industrial como muestra patrón o grupo de control, ya que la finalidad es superar estos valores.

#### **Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 8.1 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 3% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu > 8.1 \text{ kg/cm}^2$ ; La adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

#### **Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).



Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la ( $H_0$ ) y se rechaza la ( $H_1$ ).

Tabla 52. Prueba t de student para resistencia a compresión de muretes con 3% de PET.

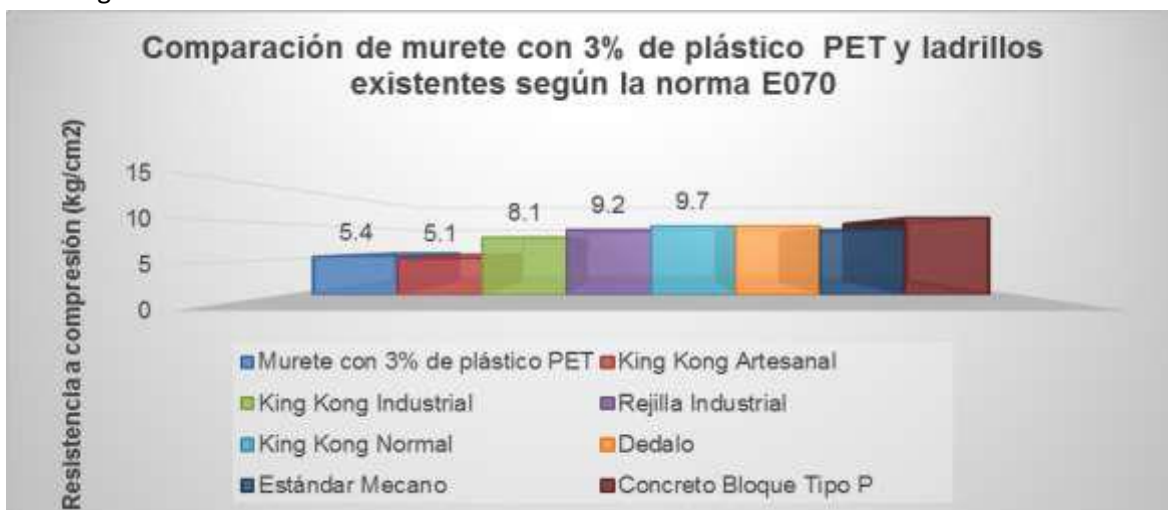
Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 8.10					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia de murete con 3% PET	-27,000	1	,988	-2,70000	-3,9706	-1,4294

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a la tabla 52, el P- valor es de 0.988 y es mayor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto aceptamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 3% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. El murete con 3% de plástico PET no cumple con la resistencia característica de albañilería que es de 8,1kg/cm<sup>2</sup> según lo estipulado en la NTP E-070, Se superó la resistencia mínima de muretes para ladrillos King Kong artesanal ya que se obtuvo un promedio de 5.4kg/cm<sup>2</sup>,

Tabla 53: Grafico de comparación de resistencia a compresión de muretes con 3% de plástico PET según la norma



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 53, se muestra la comparación de la resistencia de muretes según la NTP E070, con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los

muretes con adición de 3% de PET, ensayados a los 28 días de secado. Destacamos los resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión diagonal de 5.4 kg/cm<sup>2</sup>, superando al King Kong artesanal pero siendo inferior a los muretes con ladrillos King Kong industrial ya que, su resistencia es de 8.1 kg/cm<sup>2</sup> con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

#### 4.5.2 Resultado del ensayo a compresión de muretes para ladrillos ecológicos con 6% de plástico PET

Tabla 55: Resistencia a compresión diagonal de muretes con 6% de plástico PET

Resistencia a compresión diagonal de muretes con 6% de plástico PET					
Indicadores		Área diagonal	Carga	Carga	V'm
		(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
Murete	M1	1087.12	50720.0	5172	4.8
	M2	1086.25	50131.6	5112	4.7
				<b>Promedio</b>	4.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Grafico resistencia a compresión diagonal de muretes con 6% de plástico PET



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 55 y 56, se muestra los resultados de muretes conformado por ladrillos ecológicos adicionados con 6% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=4.8 kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=4.7 kg/cm<sup>2</sup>, y el promedio= 4.75 kg/cm<sup>2</sup>.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión de muretes con 6% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que la resistencia a compresión de muretes para edificaciones con muros estructurales es de 8.1kg/cm<sup>2</sup> en ladrillos King Kong industrial y 5.1kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos King Kong. En este caso se utilizara la resistencia del ladrillo industrial como muestra patrón o grupo de control, ya que la finalidad es superar estos valores.

**Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 8.1 \text{ kg/cm}^2$ ; La adición del 6% de plástico PET no incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu > 8.1 \text{ kg/cm}^2$ ; La adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 57. Prueba t de student para resistencia a compresión de muretes con 6% de PET

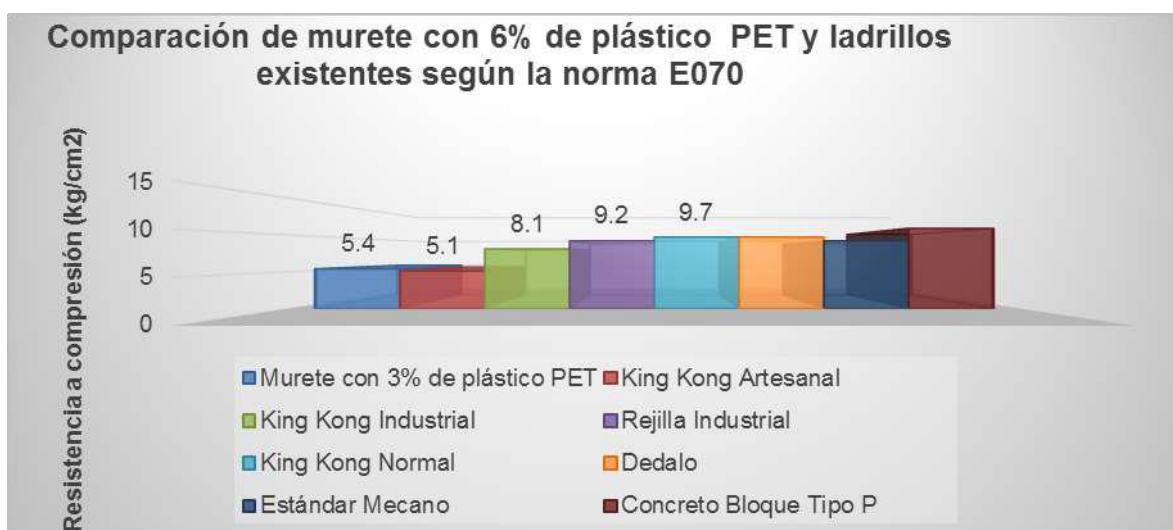
Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 8.10					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia de murete con 6% PET	-67,000	1	,995	-3,35000	-3,9853	-2,7147

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a la tabla 57, el P- valor es de 0.995 y es mayor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto aceptamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ). En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 6% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. El murete con 6% de plástico PET no cumple con la resistencia característica de albañilería que es de 8,1kg/cm<sup>2</sup> según lo estipulado en la NTP E-070.

➤ **Comparación de muretes con 6% de plástico PET y resistencia de muretes existentes según la norma E-070**

Tabla 58: Grafico de comparación de resistencia a compresión de muretes con 6% de plástico PET según la norma



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 58 se muestra la comparación de la resistencia de muretes según la NTP E070, con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los muretes con adición de 6% de PET, ensayados a los 28 días de secado. Destacamos los resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión diagonal de 4.75 kg/cm<sup>2</sup>, superando al King Kong artesanal pero siendo inferior a los muretes con ladrillos King Kong industrial ya que, su resistencia es de 8.1 kg/cm<sup>2</sup> con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

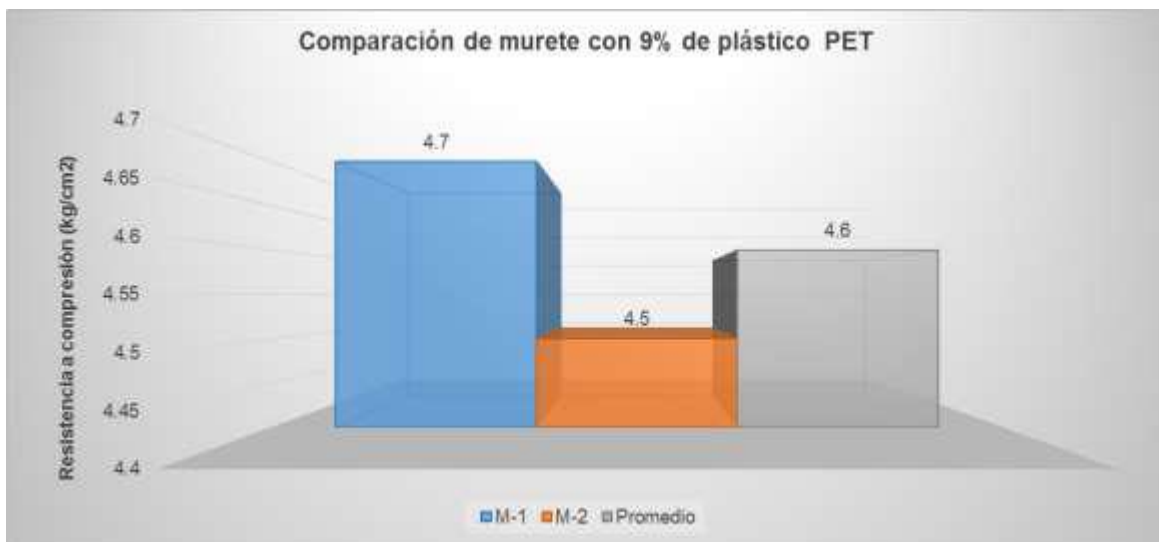
### 4.5.3 Resultado del ensayo a compresión de muretes para ladrillos ecológicos con 9% de plástico PET

Tabla 59: Dimensiones de muretes con 9% de plástico PET

Dimensiones de muretes con 9% de plástico PET					
Indicadores		h	L	t	Diagonal
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Murete	M1	62.0	61.0	12.5	86.97
	M2	61.0	62.0	12.5	86.97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Grafico resistencia a compresión diagonal de muretes con 9% de plástico



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 60 y 70 se muestra los resultados de muretes conformados por ladrillos ecológicos con adición de 9% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=4.7 kg/cm<sup>2</sup>, muestra2=4.5 kg/cm<sup>2</sup>, y el promedio= 4.6 kg/cm<sup>2</sup>.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para resistencia a compresión de muretes con 9% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que la resistencia a compresión de muretes para edificaciones con muros estructurales es de 8.1kg/cm<sup>2</sup> en ladrillos King Kong industrial y 5.1kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos King Kong. En este caso se utilizara la resistencia del ladrillo industrial como muestra patrón o grupo de control, ya que la finalidad es superar estos valores.

**Prueba t de student**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 8.1 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 9% de plástico PET no mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu > 8.1 \text{ kg/cm}^2$ ; La adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

*Tabla 71. Prueba t de student para resistencia a compresión de muretes con 9% de PET*

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 8.10					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia de murete con 9% PET	-35,000	1	,018	-3,50000	-4,7706	-2,2294

*Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25*

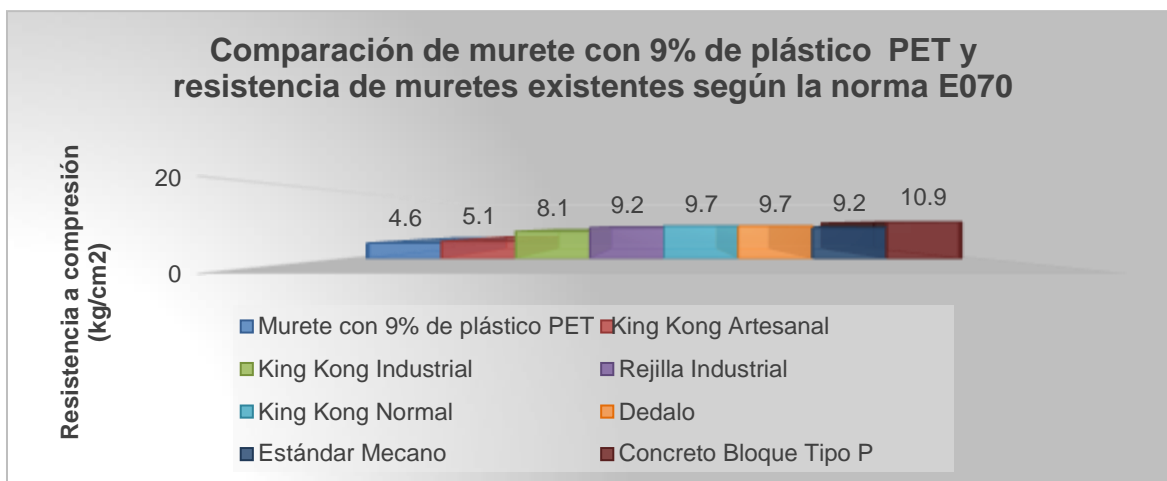
De acuerdo a la tabla 71, el P- valor es de 0.991 y es mayor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto aceptamos la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 9% de plástico PET no mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.El murete con 9% de plástico

PET no cumple con la resistencia característica de albañilería que es de 8,1kg/cm<sup>2</sup> según lo estipulado en la NTP E-070.

➤ **Comparación de muretes con 9% de plástico PET y resistencia de muretes existentes según la norma E-070**

Tabla 72: Grafico de comparación de resistencia a compresión de muretes con 9% de plástico PET según la norma



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 72, se muestra la comparación de la resistencia de muretes según la NTP E070, con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los muretes con adición de 9% de PET, ensayados a los 28 días de secado. Destacamos los resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión diagonal de 4.6 kg/cm<sup>2</sup>, superando al King Kong artesanal pero siendo inferior a los muretes con ladrillos King Kong industrial ya que, su resistencia es de 8.1 kg/cm<sup>2</sup> con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

**4.6 Resultados de variabilidad dimensional de unidad de albañilería**

Se realizó este ensayo aplicando la NTP 399.613 y NTP 399.604. Este ensayo consistió en medir las aristas de los ladrillos con adición de PET, es decir determinar el largo, el ancho y la altura de cada unidad por medio de una regla graduada al milímetro, esto es de gran importancia ya que al tener muchas irregularidades tendríamos que optar por juntas más gruesas el cual afectaría a la resistencia a la compresión y la fuerza cortante en la albañilería. Se ensayó 3 muestras de ladrillos con 3%, 6% y 9% plástico PET. Los certificados de este ensayo se muestran en anexo 29.

#### 4.6.1 Resultado del ensayo de variación dimensional para ladrillos ecológicos con 3% de plástico PET

Tabla 73. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 3% PET (NTP. 399.613/339.604)

VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 3% PET															
$V = \left(\frac{De - Dp}{De}\right) \times 100$	V= Variabilidad dimensional %										Largo fabricante (cm)		23		
	De= Dimensiones estándar del fabricante(cm)										Ancho fabricante (cm)		12.5		
	Dp= Dimensiones promedio (cm)										Alto fabricante (cm)		9		
	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
Muestra	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	23.1	22	24.1	24.2	23.1	12.6	12.9	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	9	9	8.9
M-2	23.1	22.1	24.1	24.	23.2	12.9	12.6	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	8.9	9	8.9
M-3	22	23.1	24.2	24.1	23.1	13	12.6	12.5	12.4	12.7	8.9	8.9	9	9	8.9
	Largo promedio (Lp)				23.06	Ancho promedio (Ap)				12.6	Alto promedio(Hp)				8.9
	Var. Dimensional (V%)				-0.28	Var. Dimensional (V%)				-1.1	Var. Dimensional (V%)				1.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Gráfico de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 3% PET (NTP. 399.613/339.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 73 y 74 con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio podemos afirmar que al adicionar 3% de plástico PET se mejora la variación dimensional del ladrillo. Esta afirmación se da debido a que en los



anteriores la variación dimensional es mayor. Los valores de -0.28 (largo), -1.1 (ancho) y 1.11 (alto), según la NTP E-070 clasifica como ladrillos de clase V.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para variación dimensional de ladrillos ecológicos con 3% de plástico PET a los 28 días de secado**

Para este análisis estadístico se empleó las dimensiones de todos los promedios de largo, ancho y alto de las muestras ensayadas.

El análisis estadístico se hace a partir de un intervalo de confianza, este intervalo se encuentra dentro del intervalo teórico los cuales tienen dimensiones que cumplen con los requerimientos estipulados en la Norma E-070 para ladrillos tipo IV con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

**Ladrillos ecológicos con adición de 3% de plástico PET**

**a. largo**

Intervalo teórico: < 22.54cm; 23.46 cm>

Tabla 75. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 3% de PET

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
LARGO	3	23,1333	,05774	,03333	22,9899	23,2768

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

**b. Ancho**

Intervalo teórico: < 12.125cm; 12.875 cm>

Tabla 76. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 3% de PET

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
ANCHO	3	12,6333	,05774	,03333	12,4899	12,7768

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

### C. Alto

Intervalo teórico: < 8.64cm; 9.36 cm>

Tabla 77. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 3% de PET

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ALTO	3	8,8333	,11547	,06667	8,7465	9,1202

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a las figuras 75, 76 y 77, muestran que los intervalos de confianza están dentro de los intervalos teóricos establecidos por la norma para variación dimensional. se concluye que las medianas muestrales están dentro del intervalo establecido con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, la adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

#### 4.6.2 Resultado del ensayo de variación dimensional para ladrillos ecológicos con 6% de plástico PET

Tabla 78. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 6% PET (NTP. 399.613/339.604)

VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 6% PET															
$V = \left( \frac{De - Dp}{De} \right) \times 100$	V= Variabilidad dimensional %					Largo fabricante (cm)					23				
	De= Dimensiones estándar del fabricante(cm)					Ancho fabricante (cm)					12.5				
	Dp= Dimensiones promedio (cm)					Alto fabricante (cm)					9				
	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
Muestra	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	23.1	22.1	24.1	24.	23.0	12.6	12.5	12.5	12.4	12.5	8.9	8.7	9	9	8.9
M-2	22	23.1	24.2	24.1	23.1	12.9	12.6	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	8.9	9	8.9
M-3	23.1	22	24.1	24.2	23.1	12.5	12.8	12.5	12.6	12.6	8.9	8.9	9	9	8.9
	Largo promedio (Lp)				23.0 6	Ancho promedio (Ap)				12.5 6	Alto promedio (Hp)				8.9
	Var. Dimensional (V%)				- 0.28	Var. Dimensional (V%)				-0.53	Var. Dimensional (V%)				1.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79. Gráfico de resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 6% PET (NTP. 399.613/ 339.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 78 y 79, con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio podemos afirmar que al adicionar 6% de plástico PET se mejoró las propiedades físicas del ladrillo ecológico, en este caso variación dimensional. Esta afirmación se da debido a que en los antecedentes la variación dimensional es mayor. Los valores de -0.28 (largo), -0.53 (ancho) y 1.11 (alto), según la NTP E-070 clasifica como ladrillos de clase V.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para variación dimensional de ladrillos ecológicos con 6% de plástico PET a los 28 días de secado**

Para este análisis estadístico se empleó las dimensiones de todos los promedios de largo, ancho y alto de las muestras ensayadas.

El análisis estadístico se hace a partir de un intervalo de confianza, este intervalo se encuentra dentro del intervalo teórico los cuales tienen dimensiones que cumplen con los requerimientos estipulados en la Norma E-070 para ladrillos tipo IV con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

## Ladrillos ecológicos con adición de 6% de plástico PET

### a. Largo

Intervalo teórico: < 22.54cm; 23.46 cm>

Tabla 80. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 6% de PET

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
LARGO	3	23,1333	,05774	,03333	22,9232	23,2101

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

### b. Ancho

Intervalo teórico: < 12.125cm; 12.875 cm>

Tabla 81. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 6% de PET

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
ANCHO	3	12,5667	,05774	,03333	12,4232	12,7101

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

### c. Alto

Intervalo teórico: < 8.64cm; 9.36 cm>

Tabla 82. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 6% de PET

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ALTO	3	8,9333	,05774	,03333	8,7899	9,0768

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a las figuras 80, 81 y 82, muestran que los intervalos de confianza están dentro de los intervalos teóricos establecidos por la norma para variación dimensional. se concluye que las medianas muestrales están dentro del intervalo establecido con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, La adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

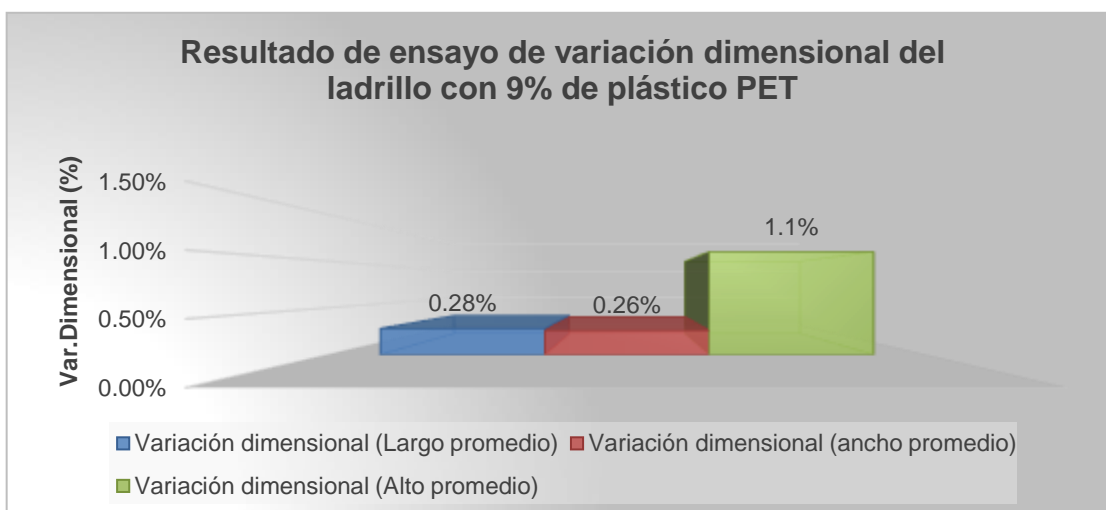
### 4.6.3 Resultado del ensayo de variación dimensional para ladrillos ecológicos con 9% de plástico PET

Tabla 83. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 9% PET (NTP. 399.613/ 339.604)

VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 9% PET																
$V = \left( \frac{De - Dp}{De} \right) \times 100$	V= Variabilidad dimensional %					Largo fabricante (cm)					23					
	De= Dimensiones estándar del fabricante(cm)					Ancho fabricante (cm)					12.5					
	Dp= Dimensiones promedio (cm)					Alto fabricante (cm)					9					
Muestra	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)					
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp	
M-1	23.1	22.1	24.1	24.1	23.0	12.6	12.5	12.5	12.4	12.5	8.9	8.7	9	9	8.9	
M-2	22	23.1	24.2	24.1	23.1	12.9	12.6	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	8.9	9	8.9	
M-3	23.1	22	24.1	24.2	23.1	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	8.9	8.9	9	9	8.9	
Largo promedio (Lp)					23.06	Ancho promedio (Ap)					12.53	Altura prom. (Ap)				8.9
Var. Dimen. (V%)					-0.28	Var. Dimen. (V%)					-0.26	Var. Dimen. (V%)				1.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84. Gráfico de resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 9% PET (NTP. 399.613/ 339.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 83 y 84, con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio podemos afirmar que al adicionar 9% de plástico PET se mejoró las

propiedades físicas del ladrillo ecológico, en este caso variación dimensional. Esta afirmación se da debido a que en los antecedentes la variación dimensional es mayor. Los valores de -0.28 (largo), -0.26 (ancho) y 1.11 (alto), según la NTP E-070 clasifica como ladrillos de clase V.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para variación dimensional de ladrillos ecológicos con 9% de plástico PET a los 28 días de secado**

Para este análisis estadístico se empleó las dimensiones de todos los promedios de largo, ancho y alto de las muestras ensayadas.

El análisis estadístico se hace a partir de un intervalo de confianza, este intervalo se encuentra dentro del intervalo teórico los cuales tienen dimensiones que cumplen con los requerimientos estipulados en la Norma E-070 para ladrillos tipo IV con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

**Ladrillos ecológicos con adición de 9% de plástico PET**

**a. largo**

Intervalo teórico: < 22.54cm; 23.46 cm>

*Tabla 85. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 9% de PET*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
LARGO	3	23,3000	,10000	,05774	23,0516	23,5484

*Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25*

**b. Ancho**

Intervalo teórico: < 12.125cm; 12.875 cm>

*Tabla 86. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 9% de PET*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
ANCHO	3	12,6000	,10000	,05774	12,3516	12,8484

*Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25*

### C. Alto

Intervalo teórico: < 8.64cm; 9.36 cm>

Tabla 87. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 9% de PET

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ALTO	3	8,9333	,05774	,03333	8,7899	9,0768

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a las figuras 85, 86 y 87, muestran que los intervalos de confianza están dentro de los intervalos teóricos establecidos por la norma para variación dimensional. se concluye que las medianas muestrales están dentro del intervalo establecido con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, La adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

Tabla 88. Resumen general de los resultados de variación dimensional

RESUMEN DE VARIACION DIMENSIONAL							
MUESTRA	Lp(mm)	L%	Ap(mm)	A%	Hp(mm)	H%	TIPO
Ladrillo con adición de 3% PET	230.6	-0.28	126.0	-1.1	89.0	1.1	V
Ladrillo con adición de 6% PET	230.6	-0.28	125.6	-0.53	89.0	1.1	V
Ladrillo con adición de 9% PET	230.6	-0.28	125.3	-0.26	89.0	1.1	V

Fuente: Elaboración propia

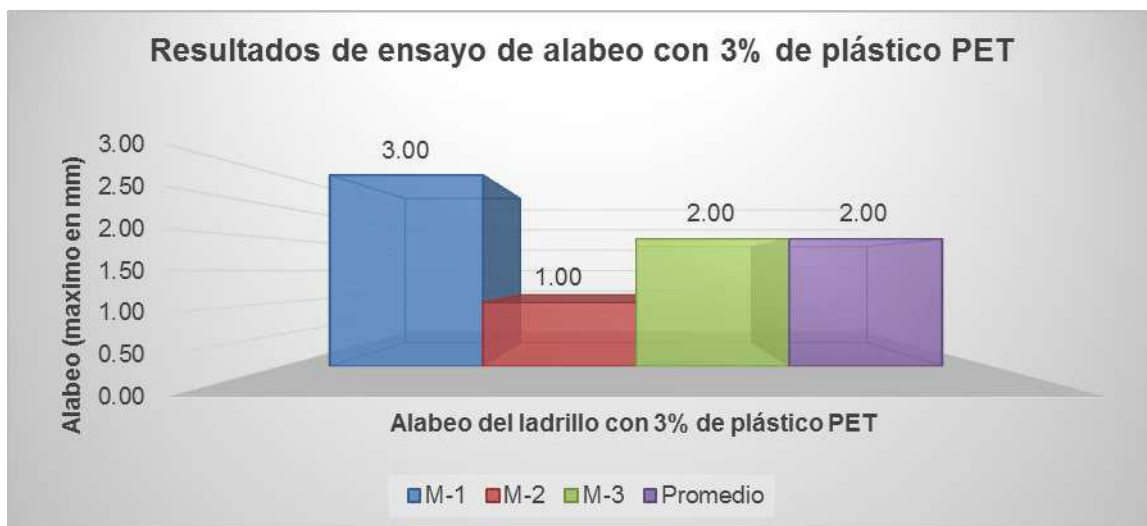
De acuerdo a la tabla 88, todos los ladrillos ecológicos con adición de plástico PET en 3%, 6% y 9% cumplen con lo estipulado en la norma técnica peruana E-070 en cuanto a variación dimensional, clasificándose como ladrillo de clase V.

#### 4.7 Resultados de alabeo de unidad de albañilería

Se realizó este ensayo aplicando la NTP 399.613 y NTP 399.604. Este ensayo se realizó en una mesa plana, para posteriormente se colocó una regla metálica en forma diagonal al ladrillo luego se introdujo la cuña metálica graduada en la zona más alabeada determinándose su concavidad o convexidad expresada en milímetros. Se ensayó 3 muestras de ladrillos con 3%, 6% y 9% plástico PET. Ver certificado en el anexo 30.

#### 4.7.1 Resultado del ensayo de alabeo para ladrillos ecológicos con 3% de plástico PET

Tabla 90. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 3% de PET (NTP 399.613 y NTP 399.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 89 y 90, se muestra los resultados del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería con adición de 3% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=3mm, muestra2=1mm, muestra3=2mm y el promedio=2mm.



**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para alabeo del ladrillo ecológico con 3% de plástico PET a los 28 días de secado.**

La norma E-070 indica que los ladrillos tipo IV tendrán un alabeo máximo de 4mm tanto en concavidad y convexidad es por ello que, se está teniendo en cuenta como una medida patrón con él que se va comparar los resultados de los ensayos de alabeo.

**Prueba t de student.**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 4\text{mm}$  ; La adición del 3% de plástico PET no aumenta las propiedades físicas (alabeo) del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa,

**H1:**  $\mu < 4\text{mm}$  ; La adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades físicas (alabeo) del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa,

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

*Tabla 91. Prueba t de student para alabeo del ladrillo ecológico con 3% de PET.*

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 4					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Alabeo con 3% de PET	-3,464	2	,037	-2,00000	-4,4841	,4841

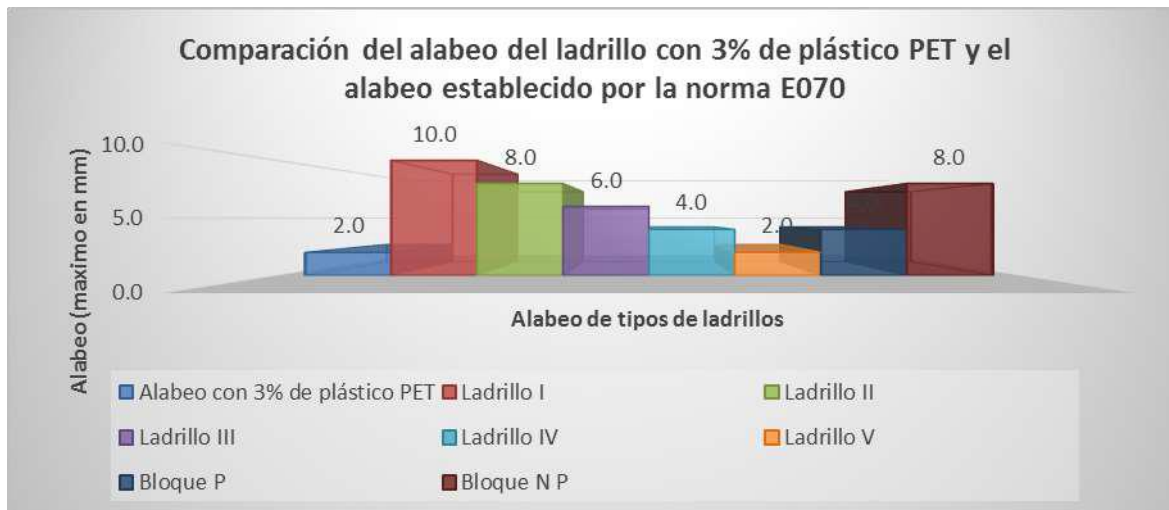
*Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.*

De acuerdo a la tabla 91, el P- valor es de 0.037 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Los ladrillos ecológicos con 3% de PET clasifican como ladrillos tipo IV, cumplen con lo estipulado en la NTP E-070,

## Comparación de los resultados del ensayo de alabeo entre los ladrillos ecológicos con 3% de PET y los ladrillos establecidos en la norma E-070.

Tabla 92. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 3% de PET y el alabeo establecido por la norma



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 92, se muestra la clasificación según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 3% de PET, clasificándolo como ladrillos tipo V, ya que el alabeo obtenido es 2mm.

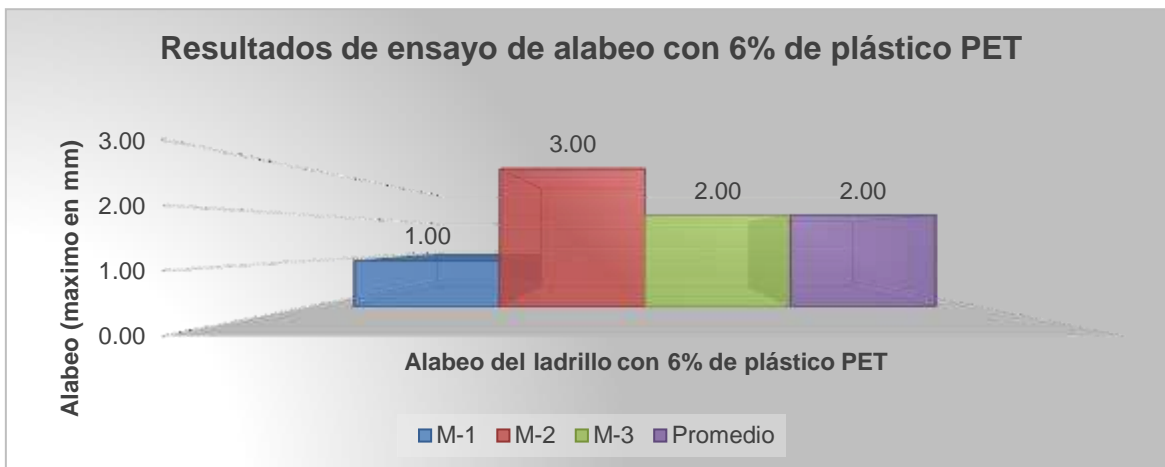
### 4.7.2 Resultado del ensayo de alabeo para ladrillos ecológicos con 6% de plástico PET

Tabla 93. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 6% de PET (NTP 399.613 y NTP 399.604)

ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 6% PET						
Muestra	Espécimen	Cara A (Superior)		Cara B (Inferior)		Alabeo (mm)
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
6% PET	M1	0	1	0	0	1
	M2	0	3	0	0	3
	M3	0	1	0	2	2
Alabeo promedio						2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 6% de PET (NTP 399.613 y NTP 399.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 93 Y 94,, se muestra los resultados del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería con adición de 6% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=1mm, muestra2=3mm, muestra3=2mm y el promedio=2mm

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para alabeo del ladrillo ecológico con 6% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que los ladrillos tipo IV tendrán un alabeo máximo de 4mm tanto en concavidad y convexidad es por ello que, se está teniendo en cuenta como una medida patrón con él que se va comparar los resultados de los ensayos de alabeo.

**Prueba t de student.**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 4\text{mm}$  ;

La adición del 6% de plástico PET no incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu < 4\text{mm}$  ;

La adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

### Estrategia de prueba:

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 95. Prueba t de student para alabeo del ladrillo ecológico con 6% de PET.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 4					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Alabeo con 6% de PET	-3,464	2	,037	-2,00000	-4,4841	,4841

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 95, el P- valor es de 0.037 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) 0.05, la adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Los ladrillos ecológicos con 6% de PET clasifican como ladrillos tipo IV, cumplen con lo estipulado en la NTP E-070.

### Comparación de los resultados del ensayo de alabeo entre los ladrillos ecológicos con 6% de PET y los ladrillos establecidos en la norma E-070.

Tabla 96. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 6% de PET y el alabeo establecido por la norma E070



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 96, se muestra la clasificación según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 6% de PET, clasificándolo como ladrillos tipo V, ya que el alabeo obtenido es 2mm

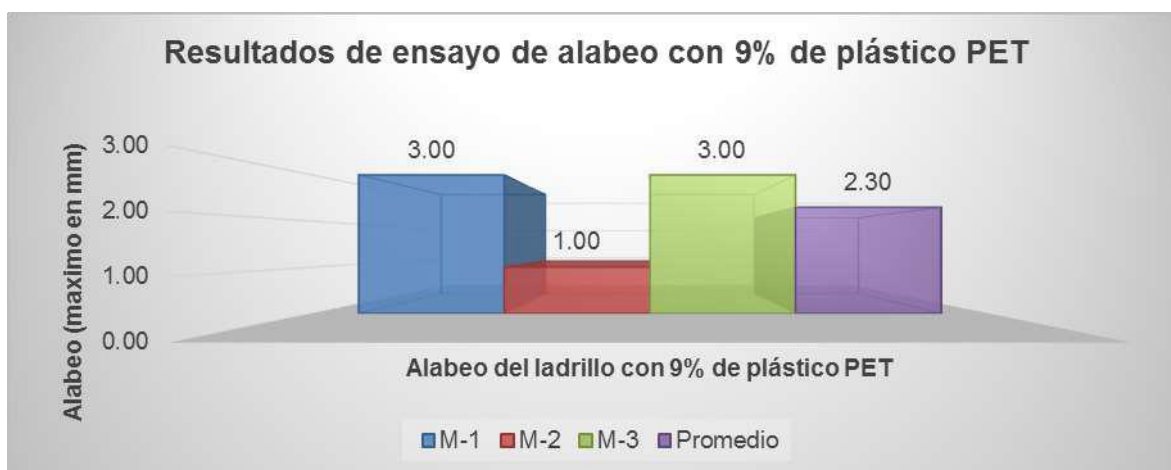
#### 4.7.3 Resultado del ensayo de alabeo para ladrillos ecológicos con 9% de plástico PET

Tabla 97. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo con 9% de PET (NTP 399.613)

ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 9% PET						
Muestra	Especimen	Cara A (Superior)		Cara B (Inferior)		Alabeo (mm)
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
9% PET	M1	0	3	0	0	3
	M2	0	1	0	0	1
	M3	0	3	0	0	3
Alabeo promedio						2.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 9% de PET (NTP 399.613 y NTP 399.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 97 Y 98, se muestra los resultados del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería con adición de 9% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1= 3mm, muestra2= 1mm, muestra3= 3mm y el promedio=2.3mm.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para alabeo del ladrillo ecológico con 9% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que los ladrillos tipo IV tendrán un alabeo máximo de 4mm tanto en concavidad y convexidad es por ello que, se está teniendo en cuenta como una medida patrón con él que se va comparar los resultados de los ensayos de alabeo.

**Prueba t de student.**

**Si: Ho:**  $\mu \leq 4\text{mm}$  ; La adición del 9% de plástico PET no mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu < 4\text{mm}$  ; La adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

*Tabla 99. Prueba t de student para alabeo del ladrillo ecológico con 9% de PET.*

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 4					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Alabeo con 9% de PET	-,718	2	,025	-,13333	-,9319	,6652

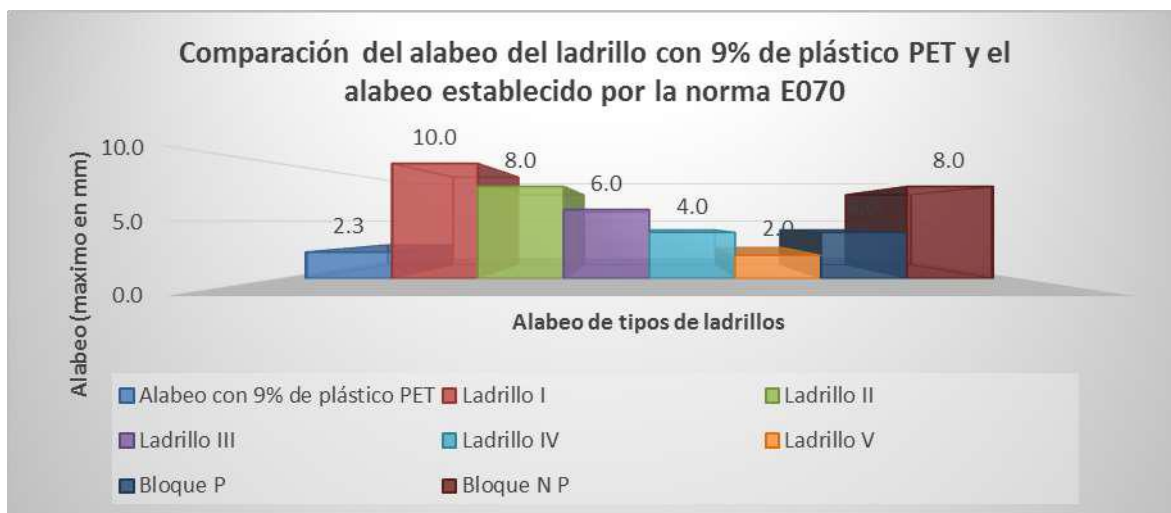
*Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.*

De acuerdo a la tabla 99, el P- valor es de 0.025 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño

de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Los ladrillos ecológicos con 9% de PET clasifican como ladrillos tipo IV, cumplen con lo estipulado en la NTP E-070,

Tabla 100. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 9% de PET y el alabeo establecido por la norma E070



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 100, se muestra la clasificación según la NTP E070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 9% de PET, clasificándolo como ladrillos tipo IV, ya que el alabeo obtenido es 2.3mm

### Resumen general de los resultados del ensayo de alabeo

Tabla 101. Resumen del resultado del ensayo de alabeo

RESUMEN DE ALABEO		
Muestra	Alabeo(mm)	Clase
Ladrillo con adición de 3% PET	2	V
Ladrillo con adición de 6% PET	2	V
Ladrillo con adición de 9% PET	2.3	IV

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 101, Se muestra que el alabeo para el ladrillo king kong es de 1.66, ladrillo ecológico con 3%,6% de PET su alabeo es de 2 clasificándose como ladrillo clase V y el ladrillo ecológico con 9% de PET tiene un alabeo de 2.3 clasificándose como ladrillo de clase IV. Esta clasificación se da de acuerdo al NTP E 070.

#### 4.8 Resultados de absorción de la unidad de albañilería

Para la realización del presente ensayo fueron sometidos a pruebas 2 muestras de cada ladrillo ecológico con adición de 3%, 6% y 9% de plástico PET, indicando también que mientras la unidad sea más porosa su absorción incrementara lo que disminuye la resistencia inicial. Así mismo, según la norma E070 la absorción máxima para unidades de arcilla y silico calcáreas es de 22%. Ver certificado de laboratorio en el anexo 28.

$$Absorción\% = 100 \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Figura 26: Formula para determinar absorción

#### 4.7.1 Resultado del ensayo de absorción para ladrillos ecológicos con 3% de plástico PET

Tabla 102. Resultado del ensayo de absorción con 3% PET

Absorción de ladrillos ecológicos con adición de 3% de PET			
Muestra	Ws	Wd	Absorción %
	Peso Seco(gr)	Peso saturado(gr)	
M1	4251	4725	11.2
M2	4254	4728	11.1
Contenido de absorción promedio			11.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103. Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 3% PET



Fuente: Elaboración propia



En la tabla 102 y 103, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de 3% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=11.2%, la muestra 2= 11.1% y un promedio de 11.1% de absorción. Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar el ladrillo ecológico con 3% de plástico PET tiene como promedio de absorción 11.1 lo cual indica que está dentro de la absorción requerida por la norma.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para absorción del ladrillo ecológico con 3% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que para fines estructurales los ladrillos tipo IV tendrán un porcentaje de absorción máximo de 22%, es por ello que se considera como patrón o grupo de control.

**Prueba t de student.**

**Si: Ho:**  $\mu \geq 22\%$  ; La adición del 3% de plástico PET no aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu < 22\%$  ; La adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 104. Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 3% de PET.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 22					
					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Absorción de 3% de PET	-217,000	1	,003	-10,85000	-11,4853	-10,2147

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 104, el P- valor es de 0.003 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ) con un nivel de confianza del 95%.

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Los ladrillos ecológicos con 3% de PET tienen un porcentaje de absorción menor a 22% y si cumplen con lo estipulado en la NTP E-070.

#### 4.7.2 Resultado del ensayo de absorción para ladrillos ecológicos con 6% de plástico PET

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 106. Gráfico del ensayo de absorción al ladrillo con 6% PET.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 105 y 106, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de 6% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=9.8% y la muestra 2= 9.5% y un promedio de 9.7% de absorción.

Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar el ladrillo ecológico con 6% de plástico PET tiene como mínima absorción 9.7% lo cual indica que está dentro de la absorción requerida por la norma.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para absorción del ladrillo ecológico con 6% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que para fines estructurales los ladrillos tipo IV tendrán un porcentaje de absorción máximo de 22%, es por ello que se considera como patrón o grupo de control.

**Prueba t de student.**

**Si: Ho:**  $\mu \geq 22\%$  ; La adición del 6% de plástico PET no incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu < 22\%$  ; La adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 107. Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 6% de PET.

Prueba para una muestra							
	Valor de prueba = 22					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior	
Absorción de 6% de PET	-82,333	1	,008	-12,35000	-14,2559	-10,4441	

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 107, el P- valor es de 0.008 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptamos la hipótesis alterna ( $H_1$ ) con un nivel de confianza del 95%.

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 6% de plástico PET incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Los ladrillos ecológicos con 6% de PET tienen un porcentaje de absorción menor a 22% y si cumplen con lo estipulado en la NTP E-070.

#### 4.7.3 Resultado del ensayo de absorción para ladrillos ecológicos con 9% de plástico PET

Tabla 108. Resultado del ensayo de absorción con 9% de PET

Absorción de ladrillos ecológicos con adición de 9% de PET			
Muestra	Ws	Wd	Absorción %
	Peso Seco(gr)	Peso saturado(gr)	
M1	4436	4834	9.0
M2	4333	4696	8.4
Contenido de absorción promedio			8.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 109. Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 9% PET



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 108 y 109, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de 9% de PET obteniendo así los siguientes datos: muestra1=9.0% y la muestra 2= 8.4% y un promedio de 8.7% de absorción.

Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar el ladrillo ecológico con 9% de plástico PET tiene como mínima absorción 8.7% lo cual indica que está dentro de la absorción requerida por la norma.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para absorción del ladrillo ecológico con 9% de plástico PET a los 28 días de secado**

La norma E-070 indica que para fines estructurales los ladrillos tipo IV tendrán un porcentaje de absorción máximo de 22%, es por ello que se considera como patrón o grupo de control.

**Prueba t de student.**

**Si: Ho:**  $\mu \geq 22\%$ ; La adición del 9% de plástico PET no mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**H1:**  $\mu < 22\%$  ; La adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020.

**Estrategia de prueba:**

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 110. Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 9% de PET.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 22					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Absorción de 9% de PET	-44,333	1	,014	-13,30000	-17,1119	-9,4881

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 110, el P- valor es de 0.014 y es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1) con un nivel de confianza del 95%.

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 9% de plástico PET mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Los ladrillos ecológicos con 9% de PET tienen un porcentaje de absorción menor a 22% y si cumplen con lo estipulado en la NTP E-070, con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

### Resumen general de los resultados del ensayo de absorción

Se muestra los resultados de los ensayos de absorción de los ladrillos ecológicos con adición de 3%, 6% y 9% de plástico PET.

- **Comparación del porcentaje de absorción obtenido experimentalmente con porcentajes de absorción existentes según la norma E-070 – ladrillos ecológicos entre ladrillos normados.**

Tabla 112. Gráfico de resumen de los ensayos de absorción a los ladrillos con PET



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 112, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de plástico PET obteniendo así los siguientes datos: muestra 3% PET=11.1%, muestra 6% PET= 9.7% y muestra 9% PET= 8.7%.

Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar los ladrillos ecológicos son aceptables por la norma ya que está dentro de los intervalos exigidos por la norma E70 albañilería.

## **5. Contrastacion de hipotesis**

### **Hipotesis general**

**La elaboración de ladrillo ecológico adicionando plástico PET tiene efectos significativos en la evaluación de las propiedades físicos-mecánico para el diseño de vivienda unifamiliares-Huachipa, 2020**

De acuerdo a los resultados obtenidos y los análisis estadísticos realizados con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05 para las propiedades físico- mecánico, se afirma que la elaboración del ladrillo ecológico adicionando plástico PET tiene efectos significativos en la evaluación de las propiedades físicos-mecánico para el diseño de vivienda unifamiliares-Huachipa, 2020.

### **Hipótesis específico 1**

**La adición de 3% de plástico PET aumenta las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020**

Habiendo analizado los datos de los resultados mediante un análisis estadístico con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, se concluye que:

La adición de 3% de plástico PET mejora las propiedades físicas (variación dimensional, alabeo y absorción) del ladrillo ecológico, ya que superó al ladrillo tipo IV estipulado en la norma E-070.

La adición de 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas (resistencia a compresión de unidad y resistencia a compresión de pilas) del ladrillo ecológico, superando al ladrillo tipo IV estipulado en la norma E-070.por

otro lado la resistencia a compresión de muretes no logró superar la resistencia característica establecido por la norma para un ladrillo King Kong industrial pero si supero al ladrillo King Kong artesanal.

### **Hipótesis específico 2**

#### **La adición de 6% de plástico PET incrementa las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020**

Habiendo analizado los datos de los resultados mediante un análisis estadístico con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, se concluye que:

La adición de 6% de plástico PET mejora las propiedades físicas (variación dimensional, alabeo y absorción) del ladrillo ecológico, ya que superó al ladrillo tipo IV estipulado en la norma E-070.

La adición de 6% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas (resistencia a compresión de unidad y resistencia a compresión de muretes) del ladrillo ecológico, ya que no llega a superar al ladrillo tipo IV estipulado en la norma E-070. por otro lado la resistencia a compresión de pilas logró superar la resistencia característica establecido por la norma para un ladrillo King Kong industrial.

### **Hipótesis específico 3**

#### **La adición de 9% de plástico PET mejora las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020**

Habiendo analizado los datos de los resultados mediante un análisis estadístico con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, se concluye que:

La adición de 9% de plástico PET mejora las propiedades físicas (variación dimensional, alabeo y absorción) del ladrillo ecológico, ya que superó al ladrillo tipo IV estipulado en la norma E-070.

La adición de 9% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas (resistencia a compresión de unidad y resistencia a compresión de muretes) del



ladrillo ecológico, ya que no llega a superar al ladrillo tipo IV estipulado en la norma E-070. por otro lado la resistencia a compresión de pilas logró superar la resistencia característica establecido por la norma para un ladrillo King Kong industrial.

## V. DISCUSIÓN

Después de desarrollar los ensayos en laboratorio del ladrillo ecológico con adición de plástico PET de 3%, 6% y 9%, tales como los ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a compresión de unidades de albañilería. Dichas muestras ensayadas fueron seleccionadas intencionalmente para someterse a dicha prueba. Al realizar la contrastación con otros autores que ejecutaron ensayos semejantes a unidades de albañilería se manifiesta lo siguiente:

En cuanto a las propiedades mecánicas (resistencia a compresión) se obtuvieron los siguientes resultados a los 28 días, ladrillo ecológico con 3% de PET (70% Arcilla+ 20% cemento+3%PET+ 7%agua) 135.3kg/cm<sup>2</sup>, ladrillo ecológico con 6% de PET (arcilla 67%+20% cemento+6% plástico+7% agua) 128.5 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillo ecológico con 9% de PET (64% arcilla+20% cemento+9% PET +7% agua) 124.5 kg/cm<sup>2</sup>, estos resultados fueron obtenidos a los 7 días de secado. De acuerdo a los valores de los ladrillos ecológicos con adición 3% de PET clasifica como ladrillo tipo IV con un valor de 135.3 kg/cm<sup>2</sup> que se puede aplicar para muros portantes según lo establecido por la norma E 070 de albañilería, por otro lado el ladrillo ecológico con adición de 6% y 9% de plástico PET con resistencias de 128.5 kg/cm<sup>2</sup> y 124.5 kg/cm<sup>2</sup> clasifican como un ladrillo tipo III no pudiéndose usar para muros portantes, pero si aplicable como muros de tabiquería para su construcción.

### Discusión 1

Según Trinidad y Chombo (2018), en su tesis "Diseño estructural de una vivienda con sistema albañilería confinada utilizando ladrillos ecológico LTC en San Juan de Lurigancho- 2018. Respecto a las propiedades mecánicas: el autor mencionado usó la siguiente dosificación, tierra 75%, cemento 15% y agua 10% obteniendo una resistencia máxima a compresión de unidad de albañilería de 70.13 kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que para la presente investigación se utilizó la siguiente dosificación, para los ladrillos elaborados con 3% de plástico PET (Arcilla 70%+ cemento 20%+PET 3%+ agua 7%) obteniendo como resultado de resistencia a compresión en unidad de albañilería de 135.3 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de secado,

siendo superior en resistencia a lo mencionado por dicho autor. Por otro lado los ladrillos ecológicos con 3% de PET clasifican como un ladrillo tipo IV ya que, supera la resistencia de 130 kg/cm<sup>2</sup> especificado en la NTP E070 y se puede usar para la aplicación de construcción de muros portantes. Por otro lado para la resistencia a compresión de pilas el presente autor obtuvo una resistencia de 30.37 kg/cm<sup>2</sup> en su investigación. Mientras para la presente investigación las pilas con 3% de plástico PET obtuvieron una resistencia de 91.4kg /cm<sup>2</sup> ensayados a los 28 días de secado superando así a las pilas King Kong industrial que especifica la norma E070 como 65 kg/cm<sup>2</sup>. Seguidamente de igual modo el autor citado realizo en su investigación ensayo a compresión diagonal de muretes logrando una resistencia de 4.95 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para la presente investigación se logró una resistencia de 5.4 kg/cm<sup>2</sup> para muretes con adición de 3% de PET, el cual supera al King Kong artesanal que tiene como resistencia 5.1 kg/cm<sup>2</sup> pero siendo inferior al King Kong industrial ya que, tiene 8.1 kg/cm<sup>2</sup> según lo establecido por la norma E070 de albañilería.

Respecto a la propiedades físicas, el presente autor citado obtuvo una variabilidad dimensional del ladrillo Largo ( $v\%=0.16$ ), Ancho ( $v\%=0.30$ ), Alto ( $v\%=-0.06$ ). Por otro lado en la presente investigación se obtuvo los siguiente resultados: Largo ( $v\%=0.28$ ), Ancho ( $v\%=1.1$ ), Alto ( $v\%=1.1$ ), los resultados obtenidos en esta investigación y del autor mencionado clasifican como ladrillos tipo V. respecto al alabeo el autor mencionado no considero este ensayo, para los ladrillos con adición de PET 3% el alabeo es de 2mm el cual también clasifica como ladrillos tipo V. Por otro lado el investigador citado en su ensayo de absorción obtuvo 14% de absorción de agua. Mientras que el ladrillo ecológico con 3% de plástico PET obtuvo una absorción de 11.1% de absorción de agua logrando superar en disminución de absorción de agua al antecedente y también estar dentro de lo establecido por la norma E070 la cual indica que debe tener como máximo un 22% por lo que es aplicable para su uso.

## **Discusión 2**

Según Peña (2019), en su tesis “Evaluación de las propiedades mecánica del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada, Chiclayo, Lambayeque 2018”. Respecto a las propiedades mecánicas:

En su 2 muestras realizadas de arcilla (1.750 kg), cemento (0.233kg), arena(0.580Kg) y arcilla/plástico (1.850 kg), cemento 0.450kg , arena (0.300 kg) y PET (0.02) determinó que la resistencia a compresión para ladrillos de arcilla es de 27.22kg/cm<sup>2</sup> y para ladrillo de arcilla/plástico 43.66 kg/cm. Mientras que para la presente investigación se utilizó la siguiente dosificación para los ladrillos elaborados con 6% de plástico PET (Arcilla 67%+ cemento 20%+PET 6%+ agua 7%) obteniendo como resultado de resistencia a compresión en unidad de albañilería de 128.5 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de secado, siendo superior en resistencia a compresión a lo mencionado por dicho autor. Por otro lado los ladrillos ecológicos con 6% de PET clasifican como un ladrillo tipo III ya que, no supera la resistencia de 130 kg/cm<sup>2</sup> especificado en la NTP E070 por lo que, no se puede usar para la aplicación de construcción de muros portantes pero se puede usar para la construcción de muros de tabiquería. Por otro lado para la resistencia a compresión de pilas el presente autor obtuvo una resistencia máxima a compresión de 37.41 kg/cm<sup>2</sup> en su investigación. Mientras para la presente investigación las pilas con 6% de plástico PET obtuvieron una resistencia de 86.7 kg /cm<sup>2</sup> ensayados a los 28 días de secado superando así a las pilas King Kong industrial que especifica la norma E070 como 65 kg/cm<sup>2</sup>. Seguidamente de igual modo el autor citado realizo en su investigación ensayo a compresión diagonal de muretes logrando una resistencia de 2.02 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para la presente investigación se logró una resistencia de 4.75 kg/cm<sup>2</sup> en los muretes con adición de 6% de plástico PET siendo inferior al King Kong industrial ya que, tiene 8.1 kg/cm<sup>2</sup> según lo establecido por la norma E070 de albañilería.

Respecto a la propiedades físicas, el presente autor citado obtuvo una variabilidad dimensional del ladrillo de arcilla y plástico Largo (v%=2), Ancho (v%=8), Alto (v%=45).Por otro lado en la presente investigación se obtuvo los siguiente resultados: Largo (v%= -0.28), Ancho (v%=-0.53), Alto (v%=1.1) los resultados obtenidos en esta investigación y del autor mencionado clasifican como ladrillos tipo V. Respecto al alabeo peña obtuvo 9mm llegando a formar parte de los ladrillos tipo I, mientras que para los ladrillos con adición de 6% de PET el alabeo es de 2mm el cual clasifica como ladrillos tipo V. Por otro lado el investigador

citado en su ensayo de absorción obtuvo para ladrillos ecológicos de arcilla 12.3% de absorción de agua y para ladrillo de arcilla y plástico 12.5%. Mientras que para el presente trabajo el ladrillo ecológico con 6% de plástico PET obtuvo una absorción de 9.65% de absorción de agua logrando superar en disminución de absorción de agua al antecedente y también estar dentro de lo establecido por la norma E070 la cual indica que debe tener como máximo un 22% por lo que es aplicable para su uso.

### **Discusión 3**

Por otro lado Reinoso y Vergara (2018), investigó en su tesis sobre la “Elaboración de ladrillos ecológicos a base de polietileno para la empresa Fudesma del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi en el periodo abril 2017-febrero 2018”. Respecto a las propiedades mecánicas:

Elaboró ladrillos ecológicos con las siguientes dosificaciones, 10%,15% y 20% de cemento, 31%de plástico, 44% de cangahua y 5% de agua. Determinó que la resistencia a compresión ladrillos es de 38.85kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para la presente investigación para los ladrillos elaborados con 9% de PET (Arcilla 64% + cemento 20%+PET 9%+ agua 7%), se tuvo como resistencia a compresión máxima en unidad de albañilería 124.5 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de secado, siendo superior en resistencia a compresión a lo mencionado por dicho autor. Por otro lado los ladrillos ecológicos con 9% de PET clasifican como un ladrillo tipo III ya que, no supera la resistencia de 130 kg/cm<sup>2</sup> especificado en la NTP E070 por lo que, no se puede usar para la aplicación de construcción de muros portantes pero se puede usar para la construcción de muros de tabiquería. Por otro lado para la resistencia a compresión de pilas el presente autor no muestra ensayos de pilas en su investigación. Mientras para la presente investigación las pilas con 9% de plástico PET obtuvieron una resistencia de 79.1 kg /cm<sup>2</sup> ensayados a los 28 días de secado superando así a las pilas King Kong industrial que especifica la norma E070 como 65 kg/cm<sup>2</sup>. De igual modo el autor citado no realizo en su investigación ensayo a compresión diagonal de muretes, mientras que para la presente investigación se logró una resistencia de 4.6 kg/cm<sup>2</sup> en los muretes con adición de 9% de plástico PET siendo inferior al murete King Kong industrial ya que, tiene 8.1 kg/cm<sup>2</sup> según lo establecido por la norma E070 de albañilería.

Respecto a las propiedades físicas, el presente autor citado no considero ensayos de propiedades físicas del ladrillo, por lo que no puede ser discutido en cuanto a los resultados obtenidos, sin embargo mencionamos los resultados obtenidos para esta investigación, para los ladrillos con 9% de PET la variabilidad dimensional Largo ( $v\%=-0.28$ ), Ancho ( $v\%=-0.26$ ), Alto ( $v\%=1.1$ ).el cual clasifica como ladrillo tipo V. Respecto al alabeo se obtuvo 2.3mm llegando a formar parte de los ladrillos tipo IV, esta clasificación está basado en la NTP E 070 de Albañilería. Por otro lado el investigador citado no realizo ensayo de absorción. Mientras que para el presente ensayo el ladrillo ecológico con 9% de plástico PET obtuvo una absorción de 8.7% de absorción de agua logrando estar dentro de lo establecido por la norma E070 la cual indica que debe tener como máximo un 22% de absorción por lo que el ladrillo ecológico es aplicable para su uso.

## VI. CONCLUSIONES

Se logró elaborar los ladrillos ecológicos con adición del plástico PET y se evaluó sus propiedades físico- mecánicas, para el diseño de viviendas unifamiliares.

Se determinó las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico con adición de 3% de plástico PET, logrando llegar a una resistencia de compresión máxima de 135.3 kg/cm<sup>2</sup> en unidad de albañilería, de igual manera para la resistencia a compresión de pilas se logró una resistencia de 91.4 kg/cm<sup>2</sup>. También para la resistencia a compresión diagonal de muretes se obtuvo una resistencia de 5.4 kg/cm<sup>2</sup>. De igual modo la variación dimensional largo -0.28%, ancho -1.1% y alto 1.1%, alabeo 2mm y con una absorción de 11.1%, clasificando así como un ladrillo de tipo IV a los 28 días de secado, estos resultados obtenidos superan a los antecedentes y también son aptos para el uso en viviendas de albañilería confinada, ya que cumplen con la resistencia requerida por norma E070 albañilería el cual indica que, un ladrillo tipo IV debe tener como resistencia a compresión mínima el valor de 130kg/cm<sup>2</sup> en unidades de albañilería.

Se analizó las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico con adición de 6% de plástico PET, logrando llegar a una resistencia de compresión máxima de 128.5 kg/cm<sup>2</sup> en unidad de albañilería, de igual manera para la resistencia a compresión de pilas se logró una resistencia de 86.7 kg/cm<sup>2</sup>. También para la resistencia a compresión diagonal de muretes se obtuvo una resistencia de 4.75 kg/cm<sup>2</sup>. De igual modo la variación dimensional largo -0.28%, ancho -0.53% y alto 1.1% y alabeo 2mm y con una absorción de 9.65% de gua clasificando así como un ladrillo de tipo III a los 28 días de secado, estos resultados obtenidos superan a los antecedentes pero no son aptos para el uso en viviendas de albañilería confinada, ya que, los óptimos según la norma E070 son los ladrillos de tipo IV 130kg/cm<sup>2</sup> en unidades de albañilería. Sin embargo estos son aplicables para muros de tabiquería.

Se evaluó las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico con adición de 9% de plástico PET, logrando llegar a una resistencia de compresión máxima de 124.5 kg/cm<sup>2</sup> en unidad de albañilería, de igual manera para la resistencia a compresión de pilas se logró una resistencia 79.1 kg/cm<sup>2</sup>. También para la

resistencia a compresión diagonal de muretes se obtuvo una resistencia de 4.6 kg/cm<sup>2</sup>. De igual modo la variación dimensional largo -0.28%, ancho -0.26% y alto 1.1%, alabeo 2.3mm y con una absorción de 9.0% de gua clasificando así como un ladrillo de tipo III a los 28 días de secado, estos resultados obtenidos superan a los antecedentes pero no son aptos para el uso en viviendas de albañilería confinada, ya que, los óptimos según la norma E070 son los ladrillos de tipo IV 130kg/cm<sup>2</sup> en unidades de albañilería. Sin embargo estos son aplicables para muros de tabiquería.



## **VII. RECOMENDACIONES**

Durante la elaboración del ladrillo se recomienda utilizar como desmoldante la arena fina, esto ayuda a que los ladrillos suelten al momento de sacar el molde ya que este proceso se realiza en estado fresco es decir solo después de haber colocado la mezcla al molde, por otro lado no se recomienda el uso del petróleo como desmoldante ya que el material no se suelta del molde en estado fresco.

El ladrillo como producto terminado tiene un peso de 4.350 kg es por ello que se recomienda elaborar moldes similares a los del King Kong 18 huecos o crear otro tipo de moldes que como producto terminado ladrillos con 30% de vacíos como máximo según especificado en la NTP E070.

Se recomienda en preferencia seleccionar una cantera con un material clasificado como SC (arena arcillosa) ya que tiene un comportamiento factible al realizar el diseño de mezcla.

Para investigaciones posteriores se recomienda usar el tipo de suelo SC (arenas arcillosas) y el plástico PET e las mismas dosificaciones y variar el cemento en diferentes porcentajes, con la finalidad de conocer si la resistencia aumenta o disminuye con esta propuesta.

## REFERENCIAS

- ALARCÓN Galindo, Hans. Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo - Concepción-2016. Tesis (para optar el título de ingeniero civil).Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2017. 84pp.
- ABANTO, Flavio. Tecnología del concreto. 2da ed. Lima: San Marcos, 2015. 244 pp.  
ISBN: 978-612-302-060-6
- ARCHILA, Gustavo. Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo con dos tipos de epóxicos. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos, 2007. 97 pp.
- BARTOLOMÉ, Ángel. Construcciones de albañilería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 1994. 246 pp.  
ISBN: 84-8390-965-0
- BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación. México: Shalom, 2008. 94 pp.  
ISBN: 978-959-212-773-9
- CASTAÑEDA, Edwin. Incorporación de suelos gravosos a la clasificación SUCS planteados por Braja en la teoría de compactación de suelos. Tesis (Magister en ingeniería estructural). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de post grado, 2017. 165 pp.
- CALDERÓN, Ángela, RODRÍGUEZ, Jenny. Comportamiento estructural de muro utilizando ladrillos con agregados de plástico para viviendas en Campoy. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2018. 97 pp.
- CAMACHO, Adriana, MENA, María. Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica de Ecuador. 2018. 105 pp.
- CARRASCO, Eduardo, TINOCO, Deina. Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de la arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la compañía

minera sierra central S.A.C. Chacapalpa/ Oroya- Yauli- Junín. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 2018. 107 pp.

- CORNISH, María. El ABC de los plásticos. Lima: Universidad Iberoamericana, 2016. 138 pp.

ISBN: 9688592838

- Ensayos en unidades de albañilería. Recurso internet (evidencia basada en internet link) [en línea]. Santiago: Web de investigación Slideshare.[Fecha de consulta: 19 de mayo del 2016].

<https://es.slideshare.net/putitocabron/ensayos-a-launidaddealbanileriaa-1>

- ECHEVERRY, Jhon y JARAMILLO, Camilo. Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Departamento de Risaralda Pereira: Universidad Libre Seleccional Pereira, 2017. 103 pp.
- GATANI, Mariana. Informes de la construcción. “Ladrillos de suelo-cemento: Mampuesto tradicional en base a un material sostenible.(5):36-47, ” (en línea). Enero 2006.

ISSN: 5142-6828

- HACHI, José. Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno de tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil. Tesis (para optar el título de ingeniera Industrial).Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, 2010. 237 pp.
- METODOLOGÍA para la revisión bibliográfica y la gestión de información de teas científicos, a través de su estructura y sistematización por Gómez Luna Eduardo [et. al].Colombia: Artículo Dyna (81). 158-163pp, Abril 2014.

ISSN: 0012-7353

- MASOUNI, Hamed, MOHSEN, Seyed, KHANI, Zahra. World academy of science, engineering and technology. Identification and classification of plastic resins using near infrared reflectance spectroscopy, (6):877-884, 2012.

ISSN: 0000000091950263

- HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5ta. Ed. México: Mc Graw Hill, 2010. 656 pp.

ISBN: 978-607-15-0291-9

- JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos. 3ra ed. Noriega. México: Limusa, 2005. 629 pp.

ISBN: 624-18-0069-9

- KOTHARI, C. Research methodology, methods and techniques. Second revised edition. Jaipur (India): Published by New Age International, 2004. 401pp.

ISBN: 978-81-224-2488-1

- LAURA, Samuel. Diseño de mezclas de concreto. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2006. 110 pp.
- LEYVA, Dolly, REYES, Jaime. X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Artículo de Ladrillos ecológicos: Una estrategia didáctica”, (6): 933-934, septiembre 2017.

ISSN: 2174-6486

- MATHIOS, Alessandra, CHINO, Linda. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plástico PET reutilizados y aserrín de la especie huairuro (*Ormosia coccinea*) de las industrias madereras en Ucayali, Perú. Tesis (para optar el título de ingeniera Ambiental). Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2020. 91 PP.
- MORALES Julieth, REY Cristian. Estudio y elaboración de ladrillo a partir de un suelo con adición de cemento al 100% y a 5% del peso y fibras metálicas. Trabajo de grado (para optar título de ingeniero civil). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2018. 85 pp.
- NARCILLO, Guillermo. Clasificación de suelos: Fundamento físico, prácticas actuales y sus recomendaciones. Tesis (Magister en ingeniería). Atlanta: Georgia Institute of Technology. 2010. 147 pp.
- Norma Técnica Peruana E-070 albañilería: Comentarios a la Norma Técnica de edificación E-070 albañilería por Sencico.042-2015. Lima: INN, 2015. 147 pp.
- NUÑEZ, Kevin. Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales fabricado con arcilla y concreto. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. 129 pp.

- PÉREZ, Jennifer. Diseño de ladrillo King Kong tipo 14 con polietileno de tereftalato para albañilería confinada. Tesis (para optar el título de ingeniera civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 142 pp.
- PELLEG, Joshua. Mechanical Properties of Materials. Israel: Springer Science & Business Media, 2016. 634 pp.  
ISBN: 9400743424
- PEÑA, Enjhor. Evaluación de las propiedades mecánica del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2018. 105 pp.
- PIÑEROS, Miller, HERREA, Rafael. Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda. Proyecto de trabajo de Grado. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. 2018, 118 pp.
- Revista ingeniería de construcción. Sao Paulo, 33 (3). Diciembre 2018.  
ISSN: 2295-2403
- REINOSO, Erika, VERGARA, Luis. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de polietileno para la empresa Fudesma del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. 2018. 69 pp.
- RODRIGUEZ, Walabonso. Guia de investigación científica. Lima: Asociación Civil Universidad de Ciencias y Humanidades, Fondo Editorial, 2011. 205 pp.  
ISBN: 978-612-4109-04-1
- SAN BARTOLOMÉ, Ángel, QUIUN, Daniel y SILVA, Wilson. Diseño y construcción de estructuras sismo resistentes de albañilería. 2da Ed. Lima: Pontificia Universidad Católica, Fondo Editorial, 2018. 343pp.  
ISBN: 978-612-317-366-1
- TRINIDAD Gerson, CHOMBO, Roberth. Diseño estructural de una vivienda con sistema de albañilería confinada utilizando ladrillos ecológicos LTC en San Juan de Lurigancho. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2018. 211 pp.

## **ANEXOS**

### Matriz de consistencia

#### Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	DIMENSIONES	INDICADORES		
¿Qué efecto produce la elaboración de ladrillo ecológico adicionando plástico PET en la evaluación de las propiedades físico-mecánico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020?	Elaborar ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluar sus propiedades físico-mecánico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020	La elaboración del ladrillo ecológico adicionando plástico PET tiene efectos significativos en la evaluación de las propiedades físico-mecánico para el diseño de vivienda unifamiliares Huachipa, 2020	Ladrillos ecológicos adicionando plástico	Arcilla	Límites de atterberg	<b>DISEÑO:</b> Cuasi Experimental	
					Granulometría		
				Cemento	20% de Cemento tipo I		
				Plástico PET	Agregado fino en 3%, 6% y 9% Granulometría del PET		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variable dependiente	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO: Aplicada	
¿Qué efectos produce la adición de 3% de plástico PET en las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020?	Determinar las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico adicionando 3% de plástico PET para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020	La adición de 3% de plástico PET aumenta las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020	Propiedades físico-mecánica	Propiedades Mecánica del ladrillo	Resistencia a la compresión del ladrillo	<b>NIVEL:</b> Explicativo	
					Resistencia a la compresión axial pilas		<b>ENFOQUE:</b> Cuantitativo
					Resistencia a la compresión diagonal del murete		
¿Cómo contribuye la adición de 6% de plástico PET en las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020?	Analizar las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico adicionando 6% de plástico PET para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020.	La adición de 6% de plástico PET incrementa las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020	Propiedades físico-mecánica	Propiedades físicas del ladrillo	Alabeo	<b>POBLACIÓN:</b> 150 ladrillos	
					Variación de dimensión		
¿Cómo influye la adición de 9% de plástico PET en las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020?	Evaluar las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico adicionando 9% de plástico PET para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020.	La adición de 9% de plástico PET mejora significativamente las propiedades físico-mecánico del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020.	Propiedades físico-mecánica	Propiedades físicas del ladrillo	Absorción	<b>MUESTRA:</b> 3 especímenes por dosificación	
						<b>MUESTREO:</b> No probabilístico	

**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO 2

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES

Yo, Ccoscco De la Cruz, Nicanor y De la Cruz Cañavi, Luis Alfredo, estudiantes de la facultad de ingeniería, escuela Académico Profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI N° 70077238 y 46740322, con la tesis titulado "Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020", declaro bajo juramento:

- 1) La tesis es de nuestra autoría
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagios (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente la ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestros acciones se deriven, sometiendo a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 02 de julio del 2020



Ccoscco De la Cruz, Nicanor



De la Cruz Cañavi, Luis Alfredo



### **ANEXO 3**

#### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, Mgtr. Ing. Díaz Huiza, Luis Humberto, docente de la Facultad / Escuela de posgrado de Ingeniería y Escuela Profesional / Programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo –Ate, revisor del trabajo de investigación/tesis titulado “Elaboración de ladrillos ecológicos adicionando plástico y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020”, de los estudiante(s) Ccoscco de la Cruz, Nicanor y De la Cruz Cañavi. Luis Alfredo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 02 de julio del 2020

.....  
Firma

Apellidos y nombres del (de la) docente

DNI: 08196873

## ANEXO 4

### RESULTADOS DEL TURNITIN

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows the title page of a report from Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. The document title is "Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020". The text "adicionando" is highlighted in red. The Turnitin report sidebar on the right shows a 22% similarity score. A table lists the sources of the matches:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.uov.edu.pe Fuente de internet	8 %
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de internet	2 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de internet	1 %

At the bottom of the interface, the page number is 1 of 115, the word count is 28293, and the report type is "Text-only Report". The "High Resolution" option is set to "Activado".

## ANEXO 5

### PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN SPSS 25 PARA PRUEBA DE NORMALIDAD

Para la prueba de normalidad se va a la opción analizar, estadísticos descriptivos y explorar.

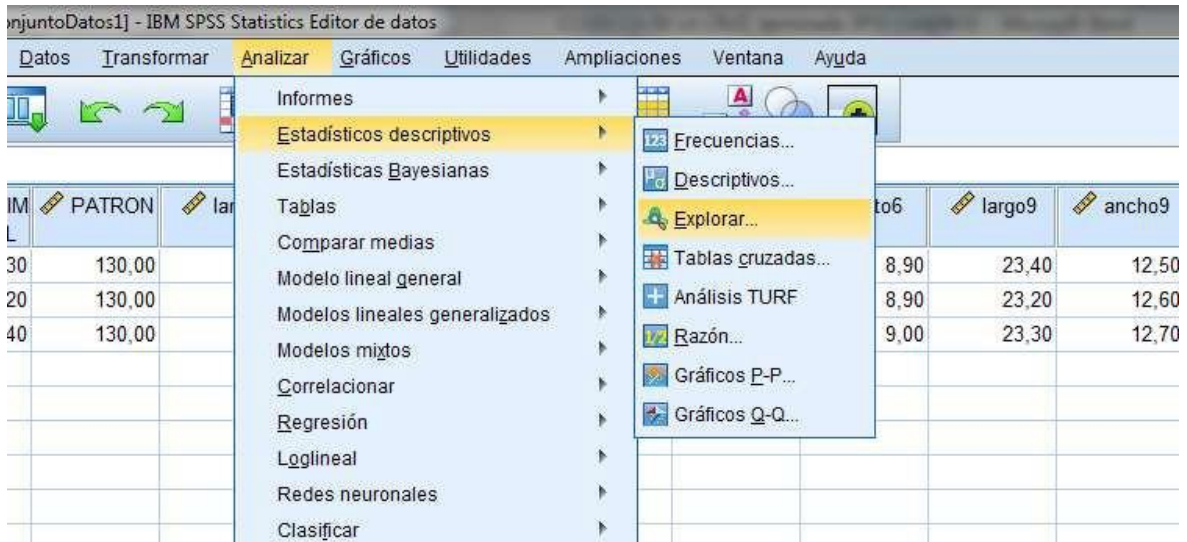


Figura 66: Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET en SPSS 25.

Se escoge la variable que se va a evaluar que este caso fue la resistencia del ladrillo con 3% de PET, luego se va a la opción gráficos y se activa el check en gráficos de normalidad y luego aceptar

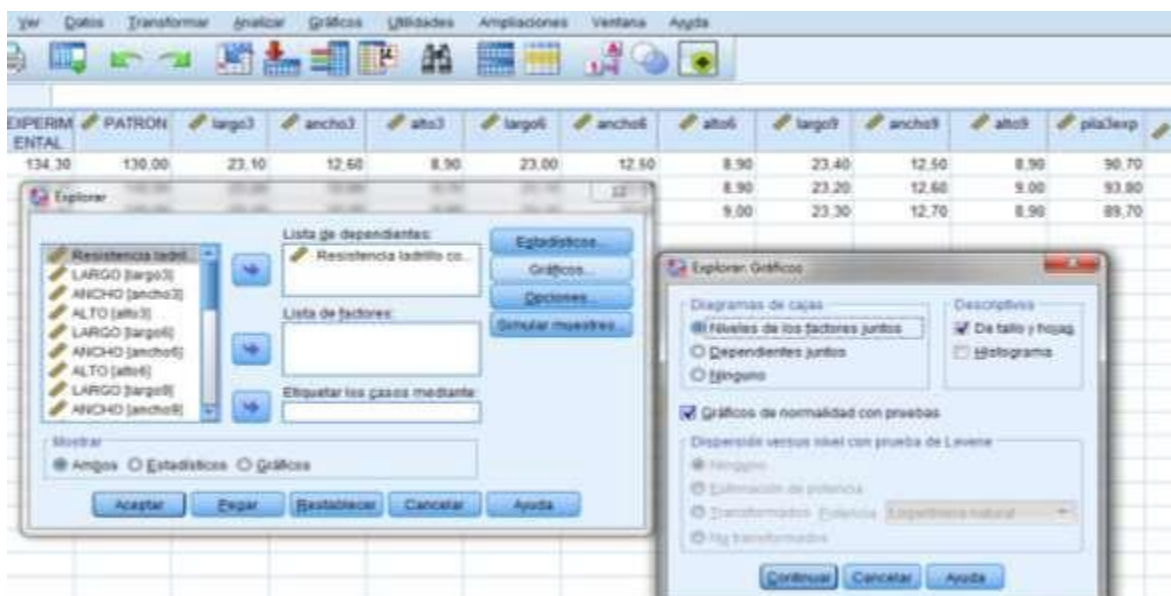


Figura 67: Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET en SPSS 25

Se muestra la prueba de normalidad para la resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET.

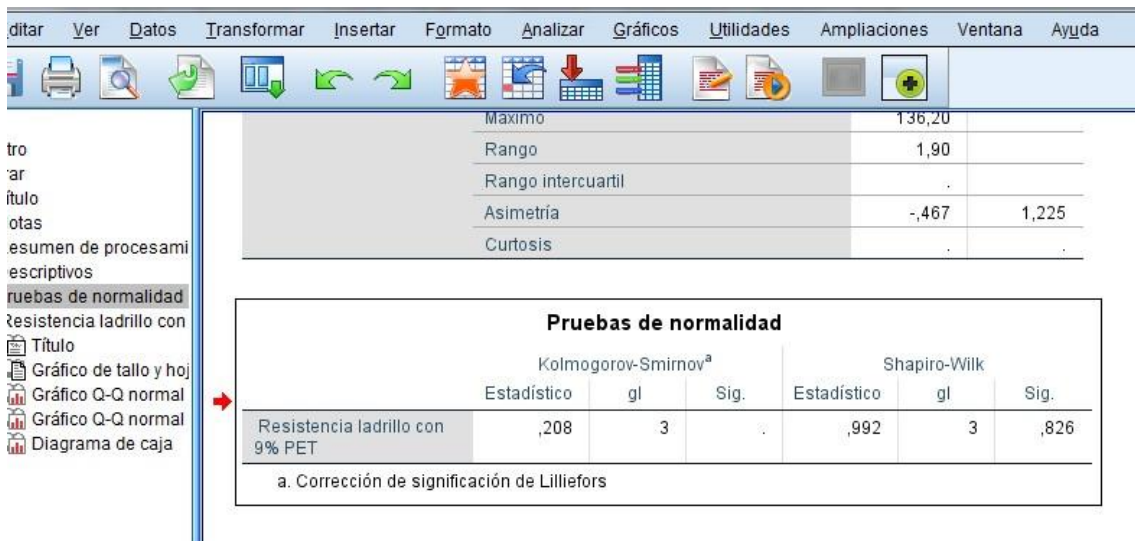


Figura 68: Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET en SPSS 25.

## Prueba de normalidad

**Kolmogorov-Smirnov:** Muestras grandes (>30 muestras)

**Chapiro wilk:** Muestras pequeñas (<30 muestras)

### **Criterio para determinar normalidad**

P-valor  $\geq \alpha$ , Acepta  $H_0$ =Los datos provienen de una distribución normal

P-valor  $< \alpha$ , Acepta  $H_1$ = Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 121: Prueba t para resistencia a compresión del ladrillo con 3% PET

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia ladrillo con 3% PET	,208	3	.	,992	3	,826

a. Corrección de significación de Lilliefors

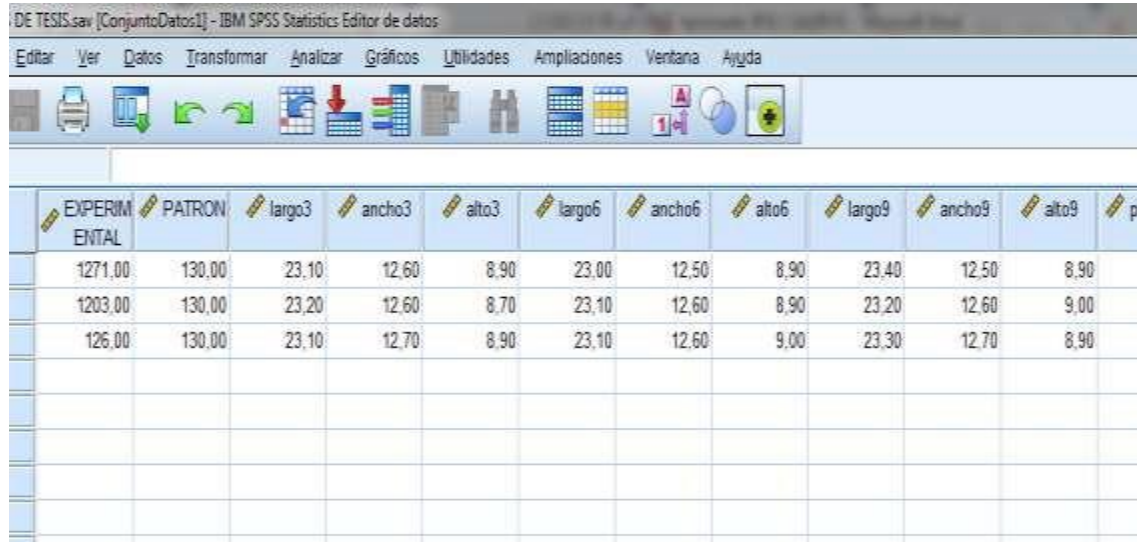
Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

En la tabla como la muestra analizada es 3 y es menor a 30 se va utilizar la prueba de normalidad de shapiro wilk, en donde el p-valor es 0.826 y es mayor a ( $\alpha$ ) 0.05. Se concluye que los resultados de resistencia del ladrillo con 3% de PET provienen de una distribución normal.

## ANEXO 6

### PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN SPSS 25 PARA T STUDENT PARA UNA MUESTRA

Se da a conocer el procedimiento que se utilizó para realizar la prueba t student, primero se pasan todos los datos obtenidos en laboratorio a la vista de datos

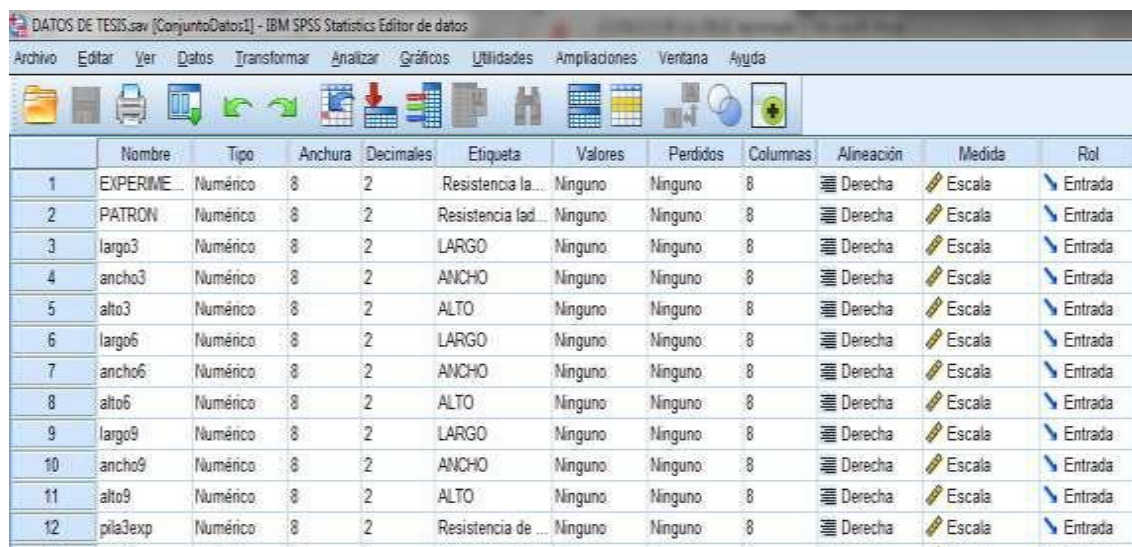


DE TESIS.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

EXPERIMENTAL	PATRON	largo3	ancho3	alto3	largo6	ancho6	alto6	largo9	ancho9	alto9	pi
1271,00	130,00	23,10	12,60	8,90	23,00	12,50	8,90	23,40	12,50	8,90	
1203,00	130,00	23,20	12,60	8,70	23,10	12,60	8,90	23,20	12,60	9,00	
126,00	130,00	23,10	12,70	8,90	23,10	12,60	9,00	23,30	12,70	8,90	

Figura 69: Vista de datos

En la vista de variables se ponen los nombres, etiquetas y escala de medición para todos los datos



DATOS DE TESIS.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	EXPERIME...	Numérico	8	2	Resistencia la...	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	PATRON	Numérico	8	2	Resistencia lad...	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	largo3	Numérico	8	2	LARGO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	ancho3	Numérico	8	2	ANCHO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	alto3	Numérico	8	2	ALTO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	largo6	Numérico	8	2	LARGO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
7	ancho6	Numérico	8	2	ANCHO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
8	alto6	Numérico	8	2	ALTO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
9	largo9	Numérico	8	2	LARGO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
10	ancho9	Numérico	8	2	ANCHO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
11	alto9	Numérico	8	2	ALTO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
12	pila3exp	Numérico	8	2	Resistencia de ...	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada

Figura 70: Vista de variables

Para realizar la prueba t student, se tiene que ir a la opción analizar, comparar medias y prueba T para muestras relacionadas, tal como se muestra en la fig. 68.

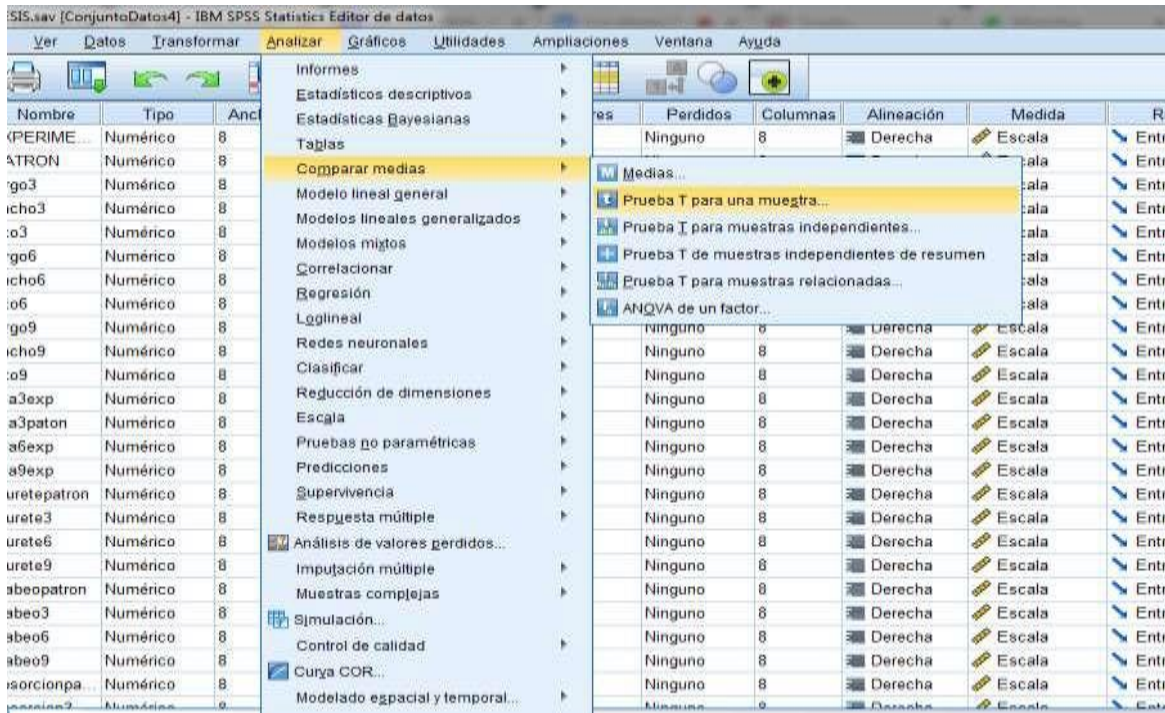


Figura 71: Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 3% PET en SPSS.

Se seleccionan las variables de análisis, luego se va a opciones para considerar el nivel de confianza, que en este caso es de 95% y después aceptar.

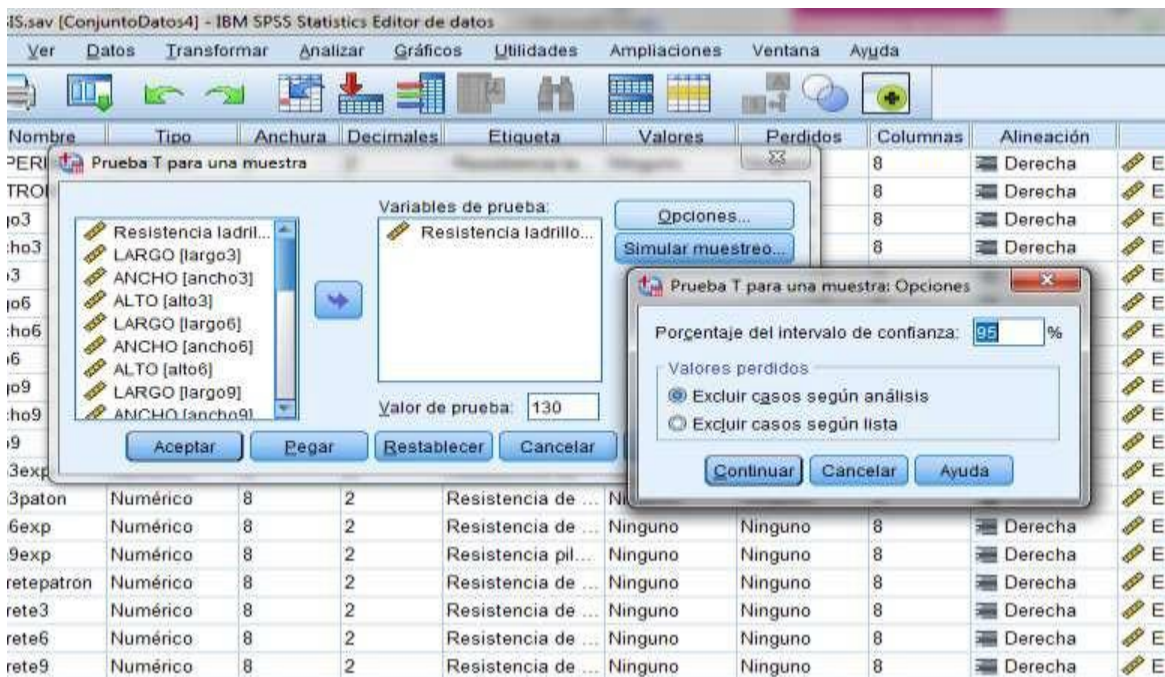


Figura 72: Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET en SPSS.

Finalmente salen los resultados de prueba t que en este caso es la prueba de t student en donde se aprecian 2 tablas que contienen datos estadísticos, pero la tabla de interés es la tabla 2 que contiene la prueba de muestras emparejadas ya que esta nos da el p-valor o el nivel de significancia que puede ser menor o mayor a 0.05 el cual sirve para contrastar la hipótesis planteada.

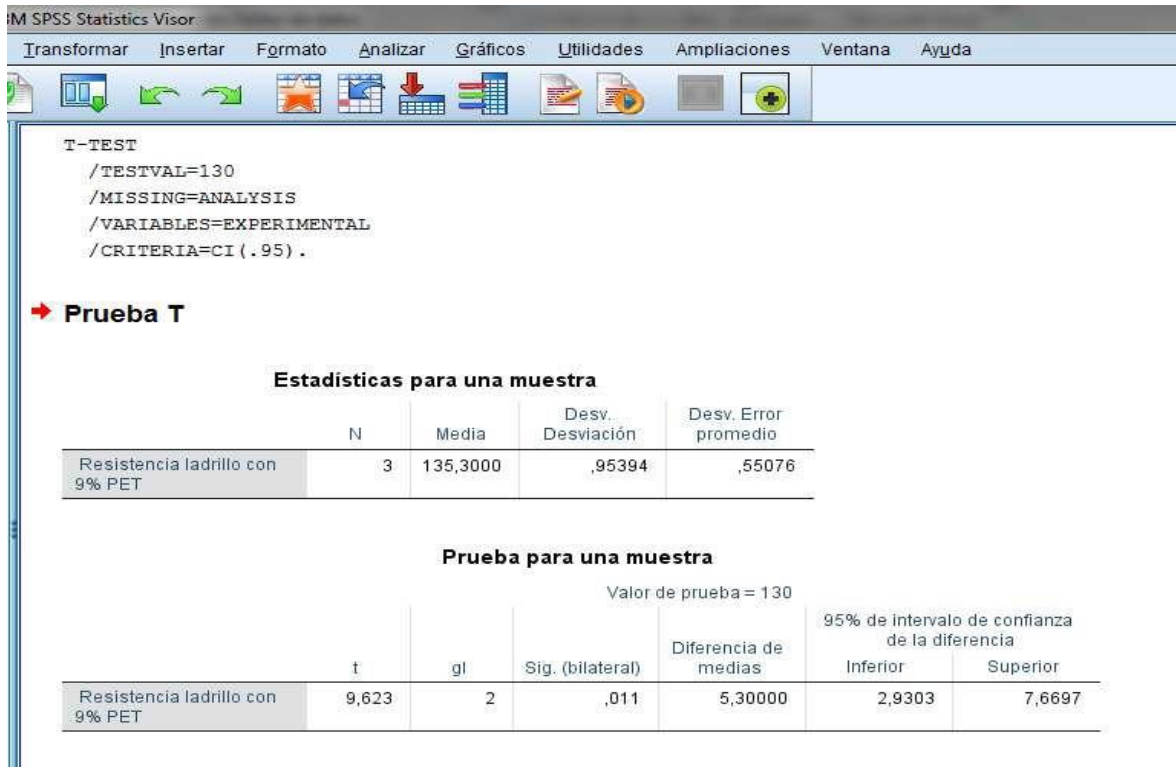


Figura 73: Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 3 de PET en SPSS

Tabla 122: Prueba t para resistencia a compresión del ladrillo con 3% PET.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Resistencia ladrillo con 9% PET	3	135,3000	,95394	,55076

Fuente: Software SPSS 25.

**Media:** Promedio de las muestras analizadas.

**N:** Cantidad de muestras analizadas.

**Desv, desviación:** Desviación estándar de la muestra.

**Desv. Error promedio:** Desviación de error promedio.

La norma E-070 indica que para el diseño de viviendas unifamiliares se usan ladrillos estructurales tipo IV con una resistencia de 130kg/cm<sup>2</sup> es por ello, que este ladrillo será tomado en cuenta como patrón o de control.

### Prueba t de student

**Si: Ho:**  $\mu = 130 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 3% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

**H1:**  $\mu > 130 \text{ kg/cm}^2$  ; La adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020

### Estrategia de prueba:

Si P-valor es  $\leq 0.05$  se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1)

Si P-valor es  $> 0.05$  se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

Tabla 123. Prueba t de student para resistencia a compresión del ladrillo con 3% de PET

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 9% PET	9,623	2	,011	5,30000	2,9303	7,6697

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a la tabla 19, el P-valor es de 0.011 es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, la adición del 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Estos ladrillos ecológicos clasifican como ladrillos tipo IV cumpliendo con la NTP E-070.



## ANEXO 7

### PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN EXCEL (MÉTODO MANUAL)

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO:** Para resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 3% de plástico PET

La norma E-070 indica que para el diseño de viviendas unifamiliares se usan ladrillos estructurales tipo IV con una resistencia de 130kg/cm2 es por ello, que este ladrillo será tomado en cuenta como patrón o de control.

Grupo control : 130 Kg/cm2

Grupo experimental (ladrillo con 3% PET):

M1	M2	M3
134.3	136.2	135.4

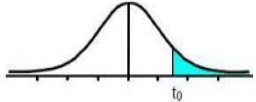
#### FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Ho       $\mu=130$       La adición de 3% de plástico PET no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020

H1       $\mu>130$       La adición de 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020

Numero de muestras(n)	3
Nivel de confianza	95%
Nivel de significancia ( $\alpha$ )	5%
Grado de libertad (n-1)	2
T crítico (tc)	2.92

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408

Resolución	
Numero de muestras(N)	3.00
Media muestral (x)	135.30
Media ( $\mu$ )	130.00
desviacion estándar (S)	0.95
Numerador de formula	5.30
Denominador de formula	0.55
Estadístico de prueba (t)	9.62

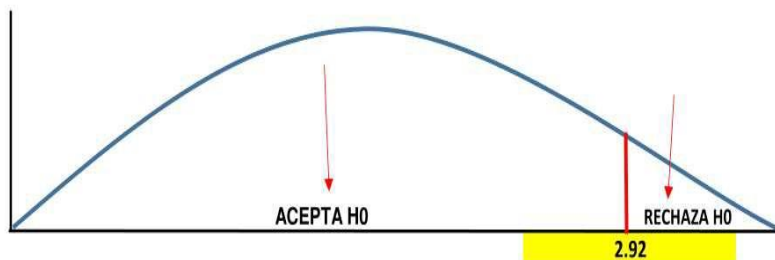
Formula desviación estandar

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$X_i$ : Es el valor de la muestra

Formula del para t de prueba

$$t = \frac{x - \mu}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$



#### Conclusión de prueba

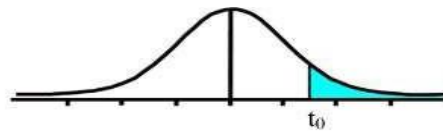
Se rechaza la H0 debido el t estadístico se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula y se acepta la H1, por lo tanto se afirma que, la adición de 3% de plástico PET aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa, 2020

Figura 74: Análisis estadístico manual en Excel.

## ANEXO 8

### TABLA DE T-STUDENT

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

Figura 75: Tabla t student.

## ANEXO 9

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 1



#### FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN EMITIDO POR JUICIOS DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres del experto: Ing. Zea Chávez Octavio

Centro laboral: Edificio Residencial yon 5020 ubicado en la Av. Arequipa n°5020

DNI: 16218149 Correo electrónico: Octaviozea2018@gmail.com Celular: 966632688

CIP N°: 106160

Como profesional de ingeniería civil. Por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación del instrumento y los efectos de su aplicación al personal que estudia el proyecto de investigación titulado:

#### **“Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020”**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones en el siguiente recuadro:

Concepto	Deficiente	Aceptable	Excelente
Congruencia de los indicadores		✓	
Normas básicas		✓	
Viabilidad de instrumentos		✓	
Confiabilidad del instrumento		✓	
Total		✓	

Lima .....de.....del 2020

Firma del validador

Figura 27: Validación del instrumento de recolección de datos 1

**Título del proyecto de investigación**

**“Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020”**

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada uno de los instrumentos de medición marcando con una (x) en las columnas deficientes, aceptable y excelente, así mismo le exhortamos en la corrección de los instrumentos indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las siguientes

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición		Deficiente	Aceptable	Excelente
			Técnica	Instrumento			
Variable independiente: Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Arcilla	Clasificación del suelo	NTP 339.128 (ASTM D422) (Granulometría)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de tamices estándar</li> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> </ul>		✓	
			NTP 339.129 (ASTM D4318) (Limite líquido y Limite de plasticidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuchara de Casagrande</li> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> </ul>		✓	
	Cemento	Cemento tipo I	Especificaciones técnicas del cemento 1 tipo I (Cemento sol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas técnica del material</li> </ul>		✓	
	Plástico	Clasificación del plástico PET	Especificaciones técnicas y codificación del plástico PET	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas técnica del material</li> </ul>		✓	
			Granulometría	NTP 339.128 (ASTM D422) (Granulometría)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de tamices estándar</li> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> </ul>		✓

Figura 28: Validación del instrumento de recolección de datos 1

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición		Deficiente	Aceptable	Excelente
			Escala de medición	Instrumentos			
Variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas	Propiedades mecánicas del ladrillo	Resistencia a la compresión del ladrillo	Norma ASTM C62 (Ensayo de unidades de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
		Resistencia a la compresión de pilas	NTP 399.605, Norma E070 (Ensayo a la compresión axial de pilas de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
		Resistencia al compresión diagonal de muretes	NTP 399.621, Norma E070 (Ensayo a la corte diagonal en muretes de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
	Propiedades físicas del ladrillo	Alabeo	NTP 399.613, Norma E070 (Ensayo de alabeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regla metálica de 30 cm</li> <li>Regla graduada de acero</li> </ul>		✓	
		Variación dimensional	NTP 399.613 y 399.604, Norma E070 (Ensayo de alabeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regla metálica de 30 cm</li> </ul>		✓	
		Absorción	NTP 399.604 y 399.613, Norma E070 (Ensayo de absorción)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza de precisión 0,1 gramos</li> <li>Horno</li> </ul>		✓	

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS


.....

.....

Figura 29: Validación del instrumento de recolección de datos 1

## ANEXO 10

### VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS 2

 **UCV**  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN EMITIDO POR JUICIOS DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres del experto: Ingr. Zamudio Guerra Julio César Martín  
Centro laboral: Edificio Profesional "Los Sábios" Ubicado en la Av. Amargosa 5a. 24  
DNI: 89607030 Correo electrónico: honduras@univalle.edu.pe Celular: 983227021  
CIP N°: 707795

Como profesional de ingeniería civil. Por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación del instrumento y los efectos de su aplicación al personal que estudia el proyecto de investigación titulado:

**"Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020"**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones en el siguiente recuadro:

Concepto	Deficiente	Aceptable	Excelente
Congruencia de los indicadores		✓	
Normas básicas		✓	
Viabilidad de instrumentos		✓	
Confiabilidad del instrumento		✓	
Total		✓	

Lima, 30 de 09 del 2020


  
Firma del validador

Figura 30: Validación del instrumento de recolección de datos 2

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición		Deficiente	Aceptable	Excelente
			Escala de medición	Instrumentos			
Variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas	Propiedades mecánicas del ladrillo	Resistencia a la compresión del ladrillo	Norma ASTM C62 (Ensayo de unidades de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
		Resistencia a la compresión de pilas	NTP 399.605. Norma E070 (Ensayo a la compresión axial de pilas de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
		Resistencia al compresión diagonal de muretes	NTP 399.621. Norma E070 (Ensayo a la corte diagonal en muretes de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
	Propiedades físicas del ladrillo	Alabeo	NTP 399.613. Norma E070 (Ensayo de alabeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regla metálica de 30 cm</li> <li>Regla graduada de acero</li> </ul>		✓	
		Variación dimensional	NTP 399.613 y 399.604. Norma E070 (Ensayo de alabeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regla metálica de 30 cm</li> </ul>		✓	
		Absorción	NTP 399.604 y 399.613. Norma E070 (Ensayo de absorción)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> <li>Horno</li> </ul>		✓	

**OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS**

.....

.....

.....

Figura 31: Validación del instrumento de recolección de datos 2

**Título del proyecto de investigación**

**“Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020”**

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada uno de los instrumentos de medición marcando con una (x) en las columnas deficientes, aceptable y excelente, así mismo le exhortamos en la corrección de los instrumentos indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las siguientes


Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición		Deficiente	Aceptable	Excelente	
			Técnica	Instrumento				
Variable independiente: Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Arcilla	Clasificación del suelo	NTP 339.128 (ASTM D422) Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de tamices estándar</li> <li>Balanza de precisión 0,1 gramos</li> </ul>		✓		
			NTP 339.129 (ASTM D4318) (Límite líquido y Límite de plasticidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuchara de Casagrande</li> <li>Balanza de precisión 0,1 gramos</li> </ul>		✓		
	Cemento	Cemento tipo I	Especificaciones técnicas del cemento tipo I (Cemento sol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas técnica del material</li> </ul>		✓		
	Plástico	Clasificación del plástico PET	Especificaciones técnicas y codificación del plástico PET		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas técnica del material</li> </ul>		✓	
				Granulometría	NTP 339.128 (ASTM D422) Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de tamices estándar</li> <li>Balanza de precisión 0,1 gramos</li> </ul>		✓

Figura 32: Validación del instrumento de recolección de datos 2



## ANEXO 11

### VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS 3



FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN EMITIDO POR JUICIOS DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres del experto: ING. CHATE ANANCA FELIX  
Centro laboral: "OBRA DAMHEET" CALLE JUANA ALARCO DE DAMHEET 205-201 - MIRAFLORES  
DNI: 46764252 Correo electrónico: felixch.33@gmail.com Celular: 969910698  
CIPN: 230997

Como profesional de ingeniería civil. Por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación del instrumento y los efectos de su aplicación al personal que estudia el proyecto de investigación titulado:

**"Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020"**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones en el siguiente recuadro:

Concepto	Deficiente	Aceptable	Excelente
Congruencia de los indicadores		/	
Normas básicas		/	
Viabilidad de instrumentos		/	
Confiable del instrumento		/	
Total		/	

Lima 24 de 09 del 2020


  
Firma del validador

Figura 33: Validación del instrumento de recolección de datos 3

**Título del proyecto de investigación**  
**"Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020"**

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada uno de los instrumentos de medición marcando con una (x) en las columnas deficientes, aceptable y excelente, así mismo le exhortamos en la corrección de los instrumentos indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las siguientes

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición		Deficiente	Aceptable	Excelente
			Técnica	Instrumento			
Variable independiente = Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET	Arcilla	Clasificación del suelo	NTP 339.128 (ASTM D422) Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de tamices estándar</li> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> </ul>		/	
			NTP 339.129 (ASTM D4318) (Limite líquido y Limite de plasticidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuchara de Casagrande</li> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> </ul>		/	
	Plástico	Cemento tipo I	Especificaciones técnicas del cemento I tipo I (Cemento sol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas técnica del material</li> </ul>		/	
			Clasificación del plástico PET	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas técnica del material</li> </ul>		/	
		Granulometría	NTP 339.128 (ASTM D422) Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de tamices estándar</li> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> </ul>		/	

Figura 34: Validación del instrumento de recolección de datos 3

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición		Deficiente	Aceptable	Excelente
			Escala de medición	Instrumentos			
Variable dependiente: Propiedades y físico-mecánica	Propiedades mecánicas del ladrillo	Resistencia a la compresión del ladrillo	Norma ASTM C62 (Ensayo de unidades de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
		Resistencia a la compresión de pilas	NTP 399.605, Norma E070 (Ensayo a la compresión axial de pilas de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
		Resistencia al compresión diagonal de muretes	NTP 399.621, Norma E070 (Ensayo a la corte diagonal en muretes de albañilería)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de compresión</li> </ul>		✓	
	Propiedades físicas del ladrillo	Alabeo	NTP 399.613, Norma E070 (Ensayo de alabeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regla metálica de 30 cm</li> <li>Regla graduada de acero</li> </ul>		✓	
		Variación dimensional	NTP 399.613 y 399.604, Norma E070 (Ensayo de alabeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regla metálica de 30 cm</li> </ul>		✓	
		Absorción	NTP 399.604 y 399.613, Norma E070 (Ensayo de absorción)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza de precisión 0.1 gramos</li> <li>Horno</li> </ul>		✓	

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS

.....

.....

.....

Figura 35: Validación del instrumento de recolección de datos 3

## ANEXO 12

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Tabla 113. Fichas de recolección de datos para resistencia a la compresión del ladrillo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ( NTP 399.613)						
Indicadores		Largo	Ancho	Área	Carga	Resistencia a compresión (f'b)
		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra	M1					
	M2					
	M3					
Resistencia a la compresión promedio						
Desviación estándar						
Resultado (f'b)						

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 13

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS

*Tabla 113. Ficha de recolección de datos para corrección por esbeltez (resistencia a compresión axial de pilas)*

Calculo del factor de corrección por esbeltez							
Dosificación	Espécimen	Dimensión (cm)			Esbeltez (H/to)	F.C por Esbeltez	F.C por edad
		Largo(L)	Ancho (to)	Alto (H)			
MUESTRA	M1						
	M2						
	M3						

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 114. Fichas de recolección de datos para ensayo de compresión axial de pilas*

Resistencia a la compresión axial en pilas							
Dosificación	Espécimen	Área	Carga	Carga	F.C. por esbeltez	F.C. por edad	f'm
		(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Kg)			(Kg/cm <sup>2</sup> )
MUESTRA	M1						
	M2						
	M3						

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 14

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

*Tabla 115. Ficha de recolección de datos para dimensiones de las muestras (resistencia a compresión axial de pilas)*

Dimensiones de las muestras						
Dosificación	Espécimen	Alto	Ancho	t	Diagonal	F.C. por edad
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	X días
Murete	A1					
	A2					
	A3					

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 116. Fichas de recolección de datos para ensayo de compresión diagonal de muretes*

Resistencia a la compresión diagonal en muretes						
Dosificación	Espécimen	Ad	Carga	Carga	F.C por edad	V'm
		(cm <sup>2</sup> )	(KN)	(Kg)	X días	(Kg/cm <sup>2</sup> )
Murete	A1					
	A2					
	A3					
					Promedio	
					$\sigma(+)$	
					Resultado	

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 15

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA VARIACIÓN DIMENSIONAL Y ALABEO

Tabla 117. Fichas de recolección de datos para variación dimensional (NTP. 399.613/ 339.604)

VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO																
$V = \left( \frac{De - Dp}{De} \right) \times 100$							V= Variabilidad dimensional %					Largo fabricante (cm)		23		
							De= Dimensiones estándar del fabricante(cm)					Ancho fabricante (cm)		12.5		
							Dp= Dimensiones promedio (cm)					Alto fabricante (cm)		9		
		Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
N°	Muestra	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
1																
2																
3																
		Largo promedio (Lp)					Ancho promedio (Ap)					Altura promedio (Ap)				
		Var. Dimensional (V%)					Var. Dimensional (V%)					Var. Dimensional (V%)				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118. Fichas de recolección de datos para alabeo del ladrillo

ALABEO DEL LADRILLO						
Muestra	Espécimen	Cara A		Cara B		Alabeo (mm)
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
	M1					
	M2					
	M3					
Alabeo promedio						

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 16

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ABSORCIÓN Y GRANULOMETRÍA

Tabla 119. Resultado del ensayo de absorción con 6% de PET

<b>Absorción de ladrillos ecológicos con adición de 6% de PET</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Ws</b>	<b>Wd</b>	<b>Absorción %</b>
	<b>Peso Seco(gr)</b>	<b>Peso saturado(gr)</b>	
M1			
M2			
	<b>Contenido de absorción promedio</b>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 120. Fichas de recolección de datos para granulometría (NTP. 339.128, ASTM D422)

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>					
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% Pesos Retenidos</b>	<b>% Pesos Acumulados</b>	<b>% Retenidos Acumulados</b>	<b>% que pasa</b>
5"	127.000				
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.300				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
N° 4	4.750				
N° 10	2.000				
N° 20	0.840				
N° 40	0.425				
N° 60	0.250				
N° 100	0.150				
N° 200	0.075				
Peso de muestra					

Fuente: Elaboración propia



# ANEXO 17

## CERTIFICADO DEL DISEÑO DE MEZCLA CON 3% DE PET



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE PET 3%</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/04/2016

### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO

REFERENCIA	Cifras de laboratorio	
SOLICITANTE	De La Cruz Cañari, Luis Alfredo / Coosco De La Cruz, Nicimar	
TESIS	LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES HUACHIPA-2020	
UBICACION	LIMA	Fecha de ensayo: 20/09/2012

MATERIAL	Fc 130 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECÍFICO g/cm <sup>3</sup>	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
ARCILLA	1.85	---	2.3	6.8	1301.0	1658.0
PET (3% del peso total de la mezcla)	1.15	---	0.1	0.18	896.0	956.0

MATERIALES: CEMENTO, ARCILLA Y PET							
A)	VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			10	mm		
2	RELACION AGUA CEMENTO			0.35			
3	AGUA			118	L/m <sup>3</sup>		
4	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		334.000	Kg/m <sup>3</sup>	7.8	kg/m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del cemento		0.1877	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	Volumen absoluto del Agua		0.1180	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.246	
	Volumen absoluto de la arcilla		0.7100	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.754	
	Volumen absoluto del pet		0.0440	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m <sup>3</sup> POR EN PESO SECO						
	CEMENTO		336	Kg/m <sup>3</sup>			
	AGUA		118	L/m <sup>3</sup>			
	ARCILLA		1179	Kg/m <sup>3</sup>			
	PET (300x3% del peso total de la mezcla)		51	Kg/m <sup>3</sup>			
D)	PESO DE MEZCLA		1684	Kg/m <sup>3</sup>			
	CORRECCIÓN POR HUMEDAD						
	ARCILLA		1205.7	Kg/m <sup>3</sup>			
	PET (300x3% del peso total de la mezcla)		51.1	Kg/m <sup>3</sup>			
E)	CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	ARCILLA			%	L/m <sup>3</sup>		
	PET (300x3% del peso total de la mezcla)			4.50	53.0		
				0.06	0.0		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				53.1	L/m <sup>3</sup>	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m <sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO		336	Kg/m <sup>3</sup>			
	AGUA		171	L/m <sup>3</sup>			
	ARCILLA		1206	Kg/m <sup>3</sup>			
	PET (300x3% del peso total de la mezcla)		51	Kg/m <sup>3</sup>			
G)	PESO DE MEZCLA		1784	Kg/m <sup>3</sup>			
	CANTIDAD DE MATERIALES (SE R.)						
	CEMENTO		0.87	Kg			
	AGUA		0.44	Lit			
	ARCILLA		3.12	Kg			
	PET (300x3% del peso total de la mezcla)		0.13	Kg			
	PROPORCIÓN EN PESO p <sub>0</sub> (seco)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p <sub>0</sub> (seco)	
	C	1.0				C	1.0
	A	3.51				A	3.90
	PET	0.15				PET	0.25
	H <sub>2</sub> O	14.93				H <sub>2</sub> O	14.93

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

# ANEXO 18

## CERTIFICADO DEL DISEÑO DE MEZCLA CON 6% DE PET



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE PET 6%	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: De La Cruz Cañavi, Luis Alfredo / Coscco De La Cruz, Nicanor	
TESIS	: LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, HUACHIPA-2020	
UBICACION	: LIMA	Fecha de ensayo: 20/09/2020

Fc 130 kg/cm²							
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
ARCILLA	1.86	---	2.3	6.8	1351.0	1658.0	
PET (6% del peso total de la mezcla)	1.16	---	0.1	0.16	896.0	968.0	

MATERIALES: CEMENTO, ARCILLA Y PET							
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO			1/2	puq		
2	RELACION AGUA CEMENTO			0.35			
3	AGUA			118			
4	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
	FACTOR CEMENTO		338.000		Kg/m³	7.9	Bts/m³
	Volumen absoluto del cemento			0.1077	m³/m³		
	Volumen absoluto del Agua			0.1160	m³/m³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m³/m³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.246
	Volumen absoluto de la arcilla			0.6680	m³/m³		0.764
	Volumen absoluto del pet			0.0860	m³/m³		1.000
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>							
	CEMENTO			338	Kg/m³		
	AGUA			118	L/m³		
	ARCILLA			1109	Kg/m³		
	PET (dosis 6% del peso total de la mezcla)			100	Kg/m³		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>							
<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>							
	ARCILLA			1134.4	Kg/m³		
	PET (dosis 6% del peso total de la mezcla)			99.9	Kg/m³		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
	ARCILLA			%	Lta/m³		
	PET (dosis 6% del peso total de la mezcla)			4.50	49.9		
				0.06	0.1		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				168.0	Lta/m³	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO</b>							
	CEMENTO			336	Kg/m³		
	AGUA			168	Lta/m³		
	ARCILLA			1134	Kg/m³		
	PET (dosis 6% del peso total de la mezcla)			100	Kg/m³		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>							
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (2.6 R.)</b>							
	CEMENTO			0.87	Kg		
	AGUA			0.43	Lta		
	ARCILLA			2.94	Kg		
	PET (dosis 6% del peso total de la mezcla)			0.26	Kg		
<b>PROPORCION EN PESO p3 (seco)</b>				<b>PROPORCION EN VOLUMEN p3 (seco)</b>			
	C	1.0			C	1.0	
	A	3.30			A	3.66	
	PET	0.30			PET	0.50	
	H2o	14.93			H2o	14.93	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Sucesos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 19

### CERTIFICADO DEL DISEÑO DE MEZCLA CON 9% DE PET



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
	<b>DISEÑO DE MEZCLA DE LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE PET 9%</b>	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

#### LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : De La Cruz Cañavi, Luis Alfredo / Cooscco De La Cruz, Nicanor  
**TESIS** : LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, HUACHIPA-2020  
**UBICACIÓN** : LIMA Fecha de ensayo: 2009/2020

MATERIAL	Fc 130 kgf/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MÓDULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
ARCILLA	1.86	---	2.3	6.8	1351.0	1658.0
PET (9% del peso total de la mezcla)	1.10	---	0.1	0.16	896.0	988.0

MATERIALES: CEMENTO, ARCILLA Y PET						
A)	VALORES DE DISEÑO					
	1 ASENTAMIENTO			1/2	pulg	
	2 RELAJAMIENTO			0.35		
	3 AGUA			118		
	4 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO		338.000	Kg/m <sup>3</sup>	7.8	Bl/m <sup>2</sup>
	Volumen absoluto del cemento			0.1077	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.1180	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto de la arcilla			0.6270	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.784
	Volumen absoluto del pet			0.1269	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m <sup>3</sup> POR EN PESO SECO					
	CEMENTO			336	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			118	L/m <sup>3</sup>	
	ARCILLA			1041	Kg/m <sup>3</sup>	
	PET (dosis 9% del peso total de la mezcla)			147	Kg/m <sup>3</sup>	
	PESO DE MEZCLA			1642	Kg/m <sup>3</sup>	
D)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
	ARCILLA			1064.8	Kg/m <sup>3</sup>	
	PET (dosis 9% del peso total de la mezcla)			147.4	Kg/m <sup>3</sup>	
E)	CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	ARCILLA			4.50	L/m <sup>3</sup>	
	PET (dosis 9% del peso total de la mezcla)			0.00	L/m <sup>3</sup>	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			45.5	L/m <sup>3</sup>	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m <sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO			336	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			165	L/m <sup>3</sup>	
	ARCILLA			1065	Kg/m <sup>3</sup>	
	PET (dosis 9% del peso total de la mezcla)			147	Kg/m <sup>3</sup>	
	PESO DE MEZCLA			1713	Kg/m <sup>3</sup>	
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (2.5 R.)					
	CEMENTO			0.87	Kg	
	AGUA			0.43	Lts	
	ARCILLA			2.76	Kg	
	PET (dosis 9% del peso total de la mezcla)			0.38	Kg	
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (seco)					
	C	1.0				
	A	3.10				
	PET	0.44				
	H2o	14.93				
	PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (seco)					
	C	1.0				
	A	3.44				
	PET	0.73				
	H2o	14.93				

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suavos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

## ANEXO 20

# CERTIFICADO DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG



(511) 457 2237 / (989) 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

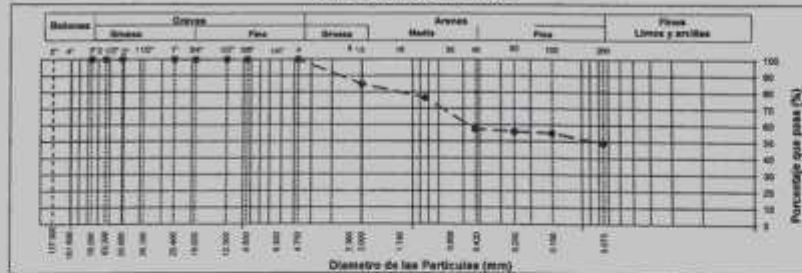
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LSR-MS-091
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/09/2020

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D8473 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	Centro de Laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	De La Cruz Calles / Luis Alegre / Consejo De La Cruz, Miraflores
<b>TIPO</b>	LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, HUACHIPA 2020
<b>UBICACIÓN</b>	URB
<b>Fecha de ensayo:</b> 19/09/2020	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 25.2  <b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) 35 Límite Plástico (LP) 21 Índice Plástico (IP) 14 Índice de Consistencia (IC) 0.7 Índice de Liquidez (IL) 0.3  <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SC Clasificación AASHTO (D3252) A-6 (4)  Nombre del Grupo: Arena Arcillosa  <b>INDICACIONES:</b> El método de ensayo para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.500	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	100.0		
Nº 10	2.000	84.8		
Nº 20	0.840	76.8		
Nº 40	0.425	57.5		
Nº 60	0.250	56.1		
Nº 100	0.150	55.1		
Nº 200	0.075	49.0		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**




**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 21

# CERTIFICADO DEL RESULTADO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL PET



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory


(511) 457 2237 / 989 349 903  
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
San Martín de Porres - Lima  
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com


<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	FORM-TC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>REFERENCIA SOLICITANTE</b>	Datos de laboratorio		
<b>TEMA</b>	De La Cruz Calleja, Luis Alfredo / Casero De La Cruz, Walter		
	LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, HUACHIPA-2020		
<b>UBICACIÓN</b>	Lima	Fecha de ensayo:	18/08/2020
<b>MATERIAL</b> : PM		<b>CANTERA</b> : -	
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	524.3	<b>% W + 0.1</b>	
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	523.6	<b>MP + 4.35</b>	


MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADO		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	
10"	250	0.00	0.00	0.00	100.00	
20"	500	0.00	0.00	0.00	100.00	
30"	750	0.0	0.0	0.0	100.0	
35"	850	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 16	1.18	124.2	23.6	23.6	76.4	
Nº 30	0.60	35.9	6.8	29.8	70.2	
Nº 50	0.30	1.1	0.2	100.0	0.0	
Nº 100	0.15	0.2	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.2	0.0	100.0	0.0	


**CURVA GRANULOMÉTRICA**




**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.


Elaborado por:

Jefe de Laboratorio

Revisado por:

Ingeniero de Suelos y Pavimentación

Aprobado por:

Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 22

# CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA A LOS 7 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

[www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES      CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA**

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 386.613

**REFERENCIA SOLICITANTE TESIS** : Datos de laboratorio  
 : De La Cruz Cañavi, Luis Alfredo / Coosoco De La Cruz, Niconor  
**UBICACIÓN** : LADRILOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, HUACHIPA-2020  
 : Lima Fecha de ensayo: 30/09/2020

**FECHA DE ELABORACIÓN:** 23/09/2020 **TIPO:** LAORILLO ECOLÓGICO

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	W (N)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	23.20	12.40	287.7	35229.8	122.5
PATRÓN	23.10	12.50	288.8	35067.8	121.4
PATRÓN	23.10	12.40	286.4	37728.2	131.7




IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	W (N)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
3%	23.10	12.50	291.1	24755.9	85.1
3%	23.00	12.80	289.8	25547.8	88.2
3%	23.10	12.70	293.4	24321.0	82.9

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	W (N)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
6%	23.00	12.90	287.5	23205.0	80.7
6%	23.10	12.80	291.1	22490.8	77.3
6%	23.10	12.90	291.1	23274.0	80.0

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	W (N)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
9%	23.00	12.50	287.5	20683.6	71.9
9%	23.10	12.80	291.1	20937.6	71.9
9%	23.10	12.50	288.8	21339.2	73.9


**FORMULA:**  $C = \frac{W}{A}$

**DOÑE:**  
 C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.  
 W = Máxima carga en kg-f, indicado por la máquina de ensayo.  
 A = Pomoedo del área bruta en cm<sup>2</sup>.

<p><b>Elaborado por:</b></p> <div style="text-align: center;">   <b>MTL GEOTECNIA SAC</b>                  Suelos y Pavimentos                  Lima - Moreno Huaman                  INGENIERO CIVIL                  C.P. N. 11966             </div> <p><b>Jefe de Laboratorio</b></p>	<p><b>Revisado por:</b></p> <div style="text-align: center;">   <b>MTL GEOTECNIA SAC</b>                  Suelos y Pavimentos                  Lima - Moreno Huaman                  INGENIERO CIVIL                  C.P. N. 11966             </div> <p><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b></p>	<p><b>Aprobado por:</b></p> <div style="text-align: center;">   <b>MTL GEOTECNIA SAC</b>                  CONTROL DE CALIDAD             </div> <p><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b></p>
--	--	---

## ANEXO 23

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA CON 3% DE PET A LOS 28 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Materials Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 980 340 900  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 NTP 399.613

<b>REFERENCIA SOLICITANTE TESIS</b>	Datos de laboratorio De la Cruz Calleja, Luis Alfredo / Cosacco De La Cruz, Nicolás Lechillos ecológicos adiccionados plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa - 2020	
<b>UBICACIÓN</b>	Cerro Pólvora Huachipa, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima	Fecha de ensayo: 10/11/2021




<b>LABRILLERA:</b> -	EDWO: 28 días	TIPO: Lechillos ecológicos (3% PET)
----------------------	---------------	-------------------------------------

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (N/mm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
ECO 3% PET- 1	23.50	12.75	295.9	39748.4	134.3
ECO 3% PET- 2	23.90	13.90	299.0	40729.8	136.2
ECO 3% PET- 3	23.00	13.00	299.0	40455.7	135.4

Promedio:	135.3
-----------	-------


**FORMULA:**  $C = \frac{W}{A}$

**CONDICIONES:**  
 C = Resistencia controlada del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>  
 W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.  
 A = Área bruta del área bruta en cm<sup>2</sup>.

Elaborado por: <div style="text-align: center;">                       Jefe de Laboratorio                 </div>	Revisado por: <div style="text-align: center;">                       Ingeniero de Suelos y Pavimentos                 </div>	Aprobado por: <div style="text-align: center;">                       Control de Calidad MTL GEOTECNIA                 </div>
---	---	---

## ANEXO 24

# CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA CON 6% DE PET A LOS 28 DÍAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 999 340 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 info@mtlgeotecniasac.com

[www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.813

**REFERENCIA SOLICITANTE TESIS:** Datos de laboratorio  
De la Cruz Cañavi, Luis Alfredo / Coscoco De La Cruz, Nicimar  
Ladrillos ecológicos adionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa - 2020

**UBICACIÓN:** Centro Poblado Huachipa, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima Fecha de ensayo: 10/11/2020

**LADRILLERA:** — **EDAD:** 28 días **TIPO:** Ladrillos ecológicos (6% PET)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
ECO 6% PET- 1	23.00	12.50	299.8	37832.3	130.5

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
ECO 6% PET- 2	23.50	12.50	293.8	37697.3	128.3




  

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
ECO 6% PET- 3	23.30	12.70	295.9	37496.3	126.7

Promedio: 128.5

**FORMULA:**  $C = \frac{W}{A}$


**DONDE:**  
 C = Resistencia compresiva del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>  
 W = Máxima carga en kg f., dividida por la superficie de ensayo  
 A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suavos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--



## ANEXO 25

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA CON 9% DE PET A LOS 28 DÍAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 254 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

[www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399-013

**REFERENCIA SOLICITANTE TESIS:**  
 Datos de laboratorio  
 De la Cruz Cervasi, Luis Alfredo / Coorecco De La Cruz, Nicanor  
 Ladrillos ecológicos adosando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa - 2020

**UBICACIÓN:** Centro Poblado Huachipa, Distrito de Lurigancho-Chosillos, Lima Fecha de ensayo: 10/11/2020

LAJILLERA: -

EDAD: 28 días

TIPO: Ladrillos ecológicos (9% PET)

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	Z (kg/cm <sup>2</sup> )
ECO 9% PET- 1	23.30	12.70	295.9	37517.5	127.1




IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	Z (kg/cm <sup>2</sup> )
ECO 9% PET- 2	23.30	12.80	293.6	35305.7	120.3

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
ECO 9% PET- 3	23.30	12.80	291.3	36706.7	126.0

Promedio: 124.5


FORMULA: 
$$Z = \frac{W}{A}$$

DONDE:  
 C = Resistencia compresiva del espécimen (kg/cm<sup>2</sup>)  
 W = Máxima carga en kg f, indicada por la máquina de ensayo  
 A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

## ANEXO 26

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS CON 3% DE PET A LOS 28 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457-2237 / 969 349 903  
 Jr. La Madrid 284 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	5/11/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.605 / E.070

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: De la Cruz Cañavi, Luis Alfredo / Cosco de La Cruz, Nicobar		
<b>TESIS</b>	: Ladrillos Ecológicos adicionando plástico PET y evolución de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa - 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: Centro Poblado de Huachipa, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima	Fecha de ensayo:	10/1/2020

LADRILLERA: –      EDAD: 28 días      TIPO: Ladrillos ecológicos con adición de plástico PET

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACION h/e	A <sub>h</sub> (m <sup>2</sup> )	P (N)	f <sub>m</sub>	f <sub>m</sub> corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
PL 030 3% PET	33.5	13.0	2.50	259	3085.3	113.3	90.7
PL 030 3% PET	32.8	13.1	2.50	328	3654.8	117.3	93.6
PL 030 3% PET	33.0	13.0	2.46	300	3690.7	113.5	90.7
<b>PROMEDIO</b>							<b>91.4</b>

**DONDE**  
 $f_m$  = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm<sup>2</sup>)

**NOTA ILUSTRATIVA:** 1 D = 4.448 N      1 Kg = 9.8066 N      1 kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 N/m<sup>2</sup>



Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.75	0.60	0.51	0.35	0.28	1.00

Fuente: Norma E.070


**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- \* Prueba realizada a los 14 días.
- \* Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Fluidos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

## ANEXO 27

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS CON 6% DE PET A LOS 28 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Masallar Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

[www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FOR-LTC-AL-084
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/1/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.605 / E.070

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: De la Cruz Coñavi, Luis Alfredo / Coscco De La Cruz, Niconor		
<b>TESIS</b>	: Ladrillos Ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa - 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: Centro Poblado de Huachipa, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima	Fecha de ensayo:	10/1/2020

LADRILLERA: --      EDAD: 28 días      TIPO: Ladrillos ecológicos con adición de plástico PET

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	a (cm)	RELACIÓN h/a	A <sub>p</sub> (cm <sup>2</sup> )	F (N)	f <sub>ca</sub>	f <sub>ca</sub> corregido (kg/cm <sup>2</sup> )
PL 500 EN PET	31.5	12.8	2.46	294	3288.3	111.7	88.7
PL 500 EN PET	32.5	13.0	2.50	306	3410.8	111.8	89.3
PL 500 EN PET	32.0	13.0	2.46	306	3388.2	103.7	81.9
<b>PROMEDIO</b>							<b>88.7</b>

**DONDE:**  
 $f_{ca}$  = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm<sup>2</sup>)

**NOTA ILUSTRATIVA:** 1 B = 448 N      1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>      1 kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 kPa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00




Fuente: Norma E.070

**OBSERVACIONES:**


- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- \* Prueba realizada a los 14 días.
- \* Número de unidades que conforman cada prisma: 60 unidades.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suella y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 28

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS CON 9% DE PET A LOS 28 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

[www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA</b>	Código: FOR L TC AL 364	3
		Revisión:	00-MTL
		Aprobado:	01/1/2020
		Fecha:	

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.606 / E.070

REFERENCIA:	Datos de laboratorio
SOLICITANTE:	De la Cruz Caffari, Luis Alfredo / Cosaca De La Cruz, Nicobar
TEMA:	Ladrillos Ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de sistemas unifamiliares, Huachipa - 2020
UBICACIÓN:	Centro Poblado de Huachipa, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 10/1/2020</span>

LADRILLERA: -      EDAD: 28 días      TIPO: Ladrillos ecológicos con adición de plástico PET

IDENTIFICACIÓN	b (mm)	a (mm)	RELACIÓN b/a	A <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	P (kg)	f <sub>u</sub>	f <sub>u corregido</sub> f <sub>u</sub> × 0
PL 200 94 PET	32.5	13.8	2.36	200	2888.2	94.8	77.3
PL 250 94 PET	34.7	12.4	2.80	291	2704.8	83.8	80.8
PL 300 94 PET	32.0	13.0	2.46	306	3066.2	100.4	79.4
					PROMEDIO		79.1

DONDE:  
 $f_u$  = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm<sup>2</sup>)




NOTA ILUSTRATIVA: 1 b = 4.44 IN      1 Pa = 1.47 N      1 kg/cm<sup>2</sup> = 98.066 kPa

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.75	0.90	0.91	0.95	0.99	1.00

Fuente: Norma E.070


**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- \* Prueba realizada a los 14 días.
- \* Número de unidades que conforman cada prisma: 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suavos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 29

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES CON 3% DE PET A LOS 28 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Soilcrete Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 003  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

[www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBARLERÍA</b>	Código	FOK-TC-05-039
		Revisado	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/02/18




**TEMA:** Ladrillos Escárgicos adobe con plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de unidades uniformes, Huacapistán - 2017  
**SOLICITANTE:** De la Cruz Cañari, Luis Alfredo / Cosmos De La Cruz, Nicoraí  
**UBICACIÓN DE PROYECTO:** Centro Politécnico de Huacapistán, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima  
**FECHA DE EMISIÓN:** 10/11/2017

**Tipo de muestra:** Unidades de albartería  
**Presentación:** Ladrillos escárgicos con adición de plástico PET

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ASTM E919 / NTP 209-021											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (kN)	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (MPa)	
MUR 030 3% PET	14/10/2017	11/11/2017	28	910.0	800.0	120.0	6770	6663.8	38870.3	0.8 MPa	0.8 kg/cm <sup>2</sup>
MUR 030 3% PET	14/10/2017	11/11/2017	28	910.0	800.0	120.0	6990	6878.8	37807.3	0.8 MPa	0.8 kg/cm <sup>2</sup>


**OBSERVACIONES:**

- Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- Los resultados para la elaboración de los bloques fueron obtenidos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- Para más información total o parcial del presente documento, véase la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Sueldos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

## ANEXO 30

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES CON 6% DE PET A LOS 28 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457-2237 / 989 349 803  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FML-LC-CO-037
		Revisión	1
		Aprobada	DC-MTL
		Fecha	18/03/16

**TESIS** Ladrillos Ecoágrios reforzados plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares, Huancayo - 2000

**SOLICITANTE** De la Cruz Cahua, Luis Alfredo / Consejo De La Cruz, Ica

**UBICACIÓN DE PROYECTO** Centro Poblado de Huancayo, Distrito de Luján-Chacabambas, Lima

**FECHA DE EMISIÓN** 10/1/2016

---

**Tipo de muestra** Unidades de albañilería




**Presentación** Ladrillos ecológicos con adición de plástico PET

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES**  
ASTM E519 / NTP 395.821

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (N)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (N/mm <sup>2</sup> )	
MUR ECO EN PET	14/10/2015	11/11/2015	28	610.0	820.0	125.0	9172	9375.0	7875.0	0.5 MPa	4.8 kg/cm <sup>2</sup>
MUR ECO EN PET	14/10/2015	11/11/2015	28	610.0	820.0	125.0	9172	9375.0	7875.0	0.5 MPa	4.7 kg/cm <sup>2</sup>

**COMENTARIOS:**

- \* Muestra realizada en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Las pruebas para la elaboración de los bloques fueron realizadas por el solicitante y enviadas al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Fijación la reproducción total o parcial de presente documento con la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

<p><b>Elaborado por:</b></p>  <p><b>Jefe de Laboratorio</b></p>	<p><b>Revisado por:</b></p>  <p><b>Ingeniero de Suavos y Pavimentos</b></p>	<p><b>Aprobado por:</b></p>  <p><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b></p>
--	--	--

## ANEXO 31

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES CON 9% DE PET A LOS 28 DIAS DE SECADO



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	Código	FUR.15-00427
		Revisión	1
		Aprobado	CC/MTL
		Fecha	18/09/14

**TEMA:** Lecheros Escólogos adhiriendo plásticos PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas colchoneras, Huacipa - 2005  
**SOLICITANTE:** De la Cruz Café, Luis Alfredo / Casaca De La Cruz, Hicamor  
**UBICACIÓN DE PROYECTO:** Centro Poblado de Huacipa, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima  
**FECHA DE EMISIÓN:** 18/11/2014

**Tipo de muestra:** Unidades de albañilería  
**Presentación:** Lecheros escólogos con acción de plástico PET

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ASTM E918 / NTP 399.521											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO f <sub>d</sub>	
MUR ECP 9% PET	14/10/2014	11/11/2014	28	310.0	320.0	120.0	9121	8970.0	19675.0	0.6 MPa	4.7 kg/cm <sup>2</sup>
MUR ECP 9% PET	14/10/2014	11/11/2014	28	320.0	310.0	120.0	8973	8808.0	19720.0	0.4 MPa	4.5 kg/cm <sup>2</sup>


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras trabajadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Las pruebas para la elaboración de los bloques fueron realizadas por el solicitante y arrojadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Fuentes y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

## ANEXO 32

### CERTIFICADO DE LABORATORIO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS CON ADICIÓN DE 3%,6%Y 9% DE PET



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 089 340 903  
Jr. La Madra 264 Asociación Los Olivos,  
San Martín de Porres - Lima  
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-CO-028
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	16/03/2020




**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
*NTP 339.613 / NTP 339.604*

<b>REFERENCIA</b>	Detalles de laboratorio
<b>SOLICITANTES</b>	De la Cruz Cerezo, Luis Alfredo / Coosoco De La Cruz, Nicómar
<b>TESTS</b>	Ladrillos Ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares, Huancayo - 2020
<b>UBICACIÓN</b>	Centro Poblado de Huachipa, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima
<b>TIPO</b>	Ladrillo Ecológico con adición de plástico PET

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
ECO 3% PET	4251	4725	11.2
ECO 3% PET	4254	4728	11.1
ECO 6% PET	4195	4605	9.8
ECO 6% PET	4199	4589	9.5
ECO 9% PET	4436	4834	9.0
ECO 9% PET	4333	4680	8.4

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<p>Elaborado por:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Jefe de Laboratorio</b></p>	<p>Revisado por:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b></p>	<p>Aprobado por:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b></p>
--	--	--



## ANEXO 33

### CERTIFICADO DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL



(511) 457 2237 / 985 345 903  
 J. La Madrid 254 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO VARIACIÓN DIMENSIONAL (VD)</b>	Codigo:	FOR-LAB-CO-009
		Revisión:	2
		Aprobado:	CC-MTL
		Fecha:	18/03/2022

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
NTP 388.813 / NTP 228.304

<b>REFERENCIA</b>	Calle de la Victoria De La Cruz Callejón Luis Alberto / Casaca De La Cruz, Sector LADRILOS ECOLÓGICOS ADICIONADO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, HUACHIPA-2509
<b>UBICACIÓN</b>	LIMA <span style="float: right;">Fecha de emisión: 28/07/2022</span>

Dimensiones Especificas:

LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)
22	12.8	9

Tipo: LADRILLO ECOLÓGICO

ESPECIMEN	LARGO (mm)	VAR	ANCHO (mm)	VAR	ALTO (mm)	VAR
PATRÓN	22.1	-0.07	12.4	0.00	9	0.00
PATRÓN	22.1	-0.43	12.8	0.00	9	0.00
PATRÓN	22.1	-0.43	12.4	0.00	9	0.00

ESPECIMEN	LARGO (mm)	VAR	ANCHO (mm)	VAR	ALTO (mm)	VAR
2%	22.1	-0.43	12.8	-0.00	8.9	1.11
2%	22.1	0.00	12.8	-0.00	8.9	1.11
2%	22.1	-0.43	12.7	-1.00	8.9	1.11

ESPECIMEN	LARGO (mm)	VAR	ANCHO (mm)	VAR	ALTO (mm)	VAR
0%	22.8	0.00	12.8	0.00	8.9	1.11
0%	22.1	-0.43	12.8	-0.00	8.9	1.11
2%	22.1	-0.43	12.9	-0.00	8.9	1.11

ESPECIMEN	LARGO (mm)	VAR	ANCHO (mm)	VAR	ALTO (mm)	VAR
0%	22.0	0.00	12.8	0.00	8.9	1.11
0%	22.1	-0.43	12.8	-0.00	8.9	1.11
0%	22.1	-0.43	12.9	0.00	8.9	1.11

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras clasificadas por el colante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

## ANEXO 34

# CERTIFICADO DEL ENSAYO DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ALABEO	Código	FOR-LAB-CO-010
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	16/03/2020

### LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS NTP 200.613 / NTP 200.604

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTES	De La Cruz Caffari, Luis Alfredo / Coscco De La Cruz, Nicenor		
TESIS	LADRILLOS ECOLÓGICOS ADICIONANDO PLÁSTICO PET Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES, HUACHIPA-2020		
UBICACIÓN	Lima		Fecha de emisión: 29/09/2020

TIPO : LADRILLOS ECOLÓGICOS

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
PATRON	0	1	1	0	1
PATRON	0	1	2	0	2
PATRON	0	1	2	0	2

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
3%	1	0	0	3	3
3%	1	0	0	1	1
3%	1	0	0	2	2

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
5%	0	1	0	0	1
5%	0	3	0	0	3
5%	0	1	0	2	2

IDENTIFICACIÓN	CARA SUPERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA SUPERIOR CONVEXIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONCAVIDAD (mm)	CARA INFERIOR CONVEXIDAD (mm)	ALABEO MÁXIMO (mm)
5%	0	3	0	0	3
5%	0	1	0	0	1
5%	0	3	0	0	3

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras identificadas por el solicitante  
 \* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C. <small>Ing. Carlos Aguilar</small> Elmer Alejandro Trujillo <small>Ingeniero Civil</small> C.P. N° 11666	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 35

### PANEL FOTOGRÁFICO DE TRABAJO EN CAMPO PARA ELABORACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO, PILAS Y MURETES.



*Figura 36: Tamizado de la arcilla para la elaboración del ladrillo.*



*Figura 37: La arcilla después del proceso de tamizado.*



*Figura 38: Proceso de mezclado en seco de arcilla, cemento y plástico PET.*



*Figura 39: Proceso de mezclado en seco de arcilla, cemento y plástico PET.*



*Figura 40: Amasado de la arcilla, cemento y plástico PET.*



*Figura 41: materiales (arcilla, cemento y plástico PET) para el ladrillo ecológico.*



*Figura 42: Ladrillos ecológicos terminados.*



*Figura 43: Curado de los ladrillos ecológicos.*



*Figura 44: Ladrillos ecológicos con 3%,6% y 9% de plástico PET para la construcción de muretes y pilas.*



*Figura 45: Preparación del mortero para la construcción de muretes y pilas, dosificación 1:4.*



*Figura 46: Construcción de muretes para los diferentes porcentajes de PET.*



*Figura 47: muretes de 60cmx60cm para ensayo de laboratorio.*



## ANEXO 36

### PANEL FOTOGRÁFICO DEL TRABAJO EN LABORATORIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO



*Figura 48: Refrentado o capeado de la unidad de albañilería.*



*Figura 49: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo con 3% de PET.*



Figura 50: Ensayo a la compresión del ladrillo con 3% de PET.



Figura 51: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo con 6% de PET.



Figura 52: Ensayo a la compresión del ladrillo con 6% de PET.



Figura 53: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo con 9% de PET.



Figura 54: Resultado de ensayo a la compresión del ladrillo con 9% de PET.



Figura 55: Ensayo de corte diagonal en muretes.



*Figura 56: Ensayo de corte diagonal en muretes.*



*Figura 57: Ensayo de corte diagonal en muretes.*



Figura 58: Falla del murete.



Figura 59: Ensayo de pilas.



Figura 60: Falla de pilas.



Figura 61: Ensayo granulométrico.



*Figura 62: Ensayo de límites de atterberg-formado de cilindros.*



*Figura 63: Ensayo de límites de atterberg- tarado de los cilindros antes de poner al horno.*





*Figura 64: Ensayo de absorción- secado del ladrillo en el horno por 24hrs.*



*Figura 65: Ensayo de absorción- sumergido de los ladrillos en el agua por 24hrs.*