



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Flores Julca, Rey Gary (orcid.org/0000-0001-9477-5808)

**ASESOR:**

Mgtr. Dolores Anaya, Dante (orcid.org/0000-0003-4433-8997)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2022

## Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, a mi hermana, quienes todo el tiempo estaban pendiente y, brindándome apoyo cuando más lo necesitaba, por ello seguí y, por ello salí adelante.

## Agradecimientos

Agradecer a mi asesor por los conocimientos brindados y su apoyo continuo durante mi avance del proyecto de investigación, y a mis padres y familiares en general.

## Índice de contenido

|  |      |
|--|------|
| Carátula.....  | i    |
| Dedicatoria .....  | ii   |
| Agradecimientos.....                                       | iii  |
| Índice de contenido .....                                  | iv   |
| Índice de tablas .....                                     | v    |
| Índice de gráficos .....                                   | vi   |
| Resumen.....   | vii  |
| Abstract.....  | viii |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                      | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                     | 4    |
| III. METODOLOGÍA.....                                      | 12   |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación. ....                  | 12   |
| 3.2. Variables de Operacionalización. ....                 | 13   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 15   |
| 3.5. Procedimiento. ....                                   | 16   |
| 3.6. Método de análisis de datos.....                      | 17   |
| 3.7. Aspectos éticos. ....                                 | 17   |
| IV. RESULTADOS.....  | 18   |
| V. DISCUSIÓN .....   | 28   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                     | 32   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                 | 34   |
| VIII. REFERENCIAS .....                                    | 35   |
| ANEXOS .....   | 44   |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> <i>Muestras</i> .....  | 15 |
| <b>Tabla 2</b> <i>Propiedades del agregado grueso - confitillo.</i> .....                                       | 18 |
| <b>Tabla 3</b> <i>Propiedades del agregado fino.</i> .....  | 18 |
| <b>Tabla 4</b> <i>Módulo de fineza de agregado fino para mortero.</i> .....                                     | 19 |
| <b>Tabla 5</b> <i>Dosificación de concreto patrón.</i> .....  | 19 |
| <b>Tabla 6</b> <i>Dosificación de mortero.</i> .....  | 20 |
| <b>Tabla 5</b> <i>Dosificación de concreto patrón con 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET).</i> .....  | 20 |
| <b>Tabla 6</b> <i>Dosificación de concreto patrón con 8% de fibras polietileno tereftalato (PET).</i> .....     | 21 |
| <b>Tabla 7</b> <i>Dosificación de concreto patrón con 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET).</i> ..... | 21 |
| <b>Tabla 8</b> <i>Absorción de los ladrillos de concreto</i> .....  | 22 |
| <b>Tabla 9</b> <i>Variación dimensional de los ladrillos de concreto</i> .....                                  | 23 |
| <b>Tabla 10</b> <i>Alabeo de los ladrillos de concreto</i> .....  | 24 |
| <b>Tabla 11</b> <i>Resistencia a la compresión de unidad de albañilería</i> .....                               | 24 |
| <b>Tabla 12</b> <i>Resistencia a la compresión las pilas de albañilería</i> .....                               | 26 |

## Índice de gráficos

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Gráfico 1</b>  | Absorción de los ladrillos de concreto.....   | 22 |
| <b>Gráfico 2</b>  | Resistencia promedio a la compresión de unidad de albañilería .....                   | 25 |
| <b>Gráfico 3</b>  | Resistencia a la compresión las pilas de albañilería.....                             | 26 |
| <b>Gráfico 4</b>  | Cantera Pablito Carhuaz.....  | 71 |
| <b>Gráfico 5</b>  | Recolección de muestra .....  | 71 |
| <b>Gráfico 6</b>  | Agregado fino .....   | 72 |
| <b>Gráfico 7</b>  | Cuarteado de agregado.....  | 72 |
| <b>Gráfico 8</b>  | Lavado de agregados .....   | 73 |
| <b>Gráfico 9</b>  | Introducción de muestra al horno.....   | 73 |
| <b>Gráfico 10</b> | Tamizado de los agregados.....  | 74 |
| <b>Gráfico 11</b> | Medición de pesos de los agregados.....   | 74 |
| <b>Gráfico 12</b> | Ensayo de humedad superficial del agrego fino .....                                   | 75 |
| <b>Gráfico 13</b> | Determinación de peso específico del agredo fino .....                                | 75 |
| <b>Gráfico 14</b> | Recolección de datos.....   | 76 |
| <b>Gráfico 15</b> | Regleado para eliminar material excedente en el ensayo .....                          | 76 |
| <b>Gráfico 16</b> | Peso unitario suelto .....  | 77 |
| <b>Gráfico 17</b> | Moldes para ladrillos de concreto .....   | 77 |
| <b>Gráfico 18</b> | Adición de fibras PET a los agregados .....   | 78 |
| <b>Gráfico 19</b> | Batido de fibras PET con agregados .....  | 78 |
| <b>Gráfico 20</b> | Desmolde de ladrillos de concreto .....   | 79 |
| <b>Gráfico 21</b> | Pilas de ladrillos y unidades de albañilería de concreto.....                         | 79 |
| <b>Gráfico 22</b> | Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo patrón .....                        | 80 |
| <b>Gráfico 23</b> | Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo con 8% de PET.....                  | 80 |
| <b>Gráfico 24</b> | Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo patrón .....               | 81 |
| <b>Gráfico 25</b> | Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con 6% de fibras PET.....  | 81 |
| <b>Gráfico 26</b> | Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con 8% de fibras PET.....  | 82 |
| <b>Gráfico 27</b> | Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con 10% de fibras PET..... | 82 |
| <b>Gráfico 28</b> | Determinación de la variación dimensional y alabeo .....                              | 83 |

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia física y mecánica de la adición de fibras polietileno tereftalato (PET) para la elaboración de ladrillos de concreto, para ello la investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y el diseño de investigación fue experimental. La población y muestra del presente proyecto fueron 24 ladrillos de concreto y 12 pilas de 3 hiladas de ladrillos, para ello se planteó la hipótesis que habría una influencia favorable en la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en ladrillos de concreto, por lo que se determinó que la resistencia a la compresión de unidad de albañilería del concreto patrón fue de 182.06 kg/cm<sup>2</sup>, y cambió a 175.82 kg/cm<sup>2</sup>, 171.61 kg/cm<sup>2</sup> y 165.18 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 6%, 8% y 10% de fibras polietileno tereftalato (PET) respectivamente. Por otro lado, la resistencia a la compresión de pilas de albañilería de los ladrillos patrón fue de 208.24 kg/cm<sup>2</sup>, y cambió la magnitud a 201.32 kg/cm<sup>2</sup>, 195.45 kg/cm<sup>2</sup> y 189.55 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 6%, 8% y 10% de fibras polietileno tereftalato (PET) respectivamente, además, se determinó que el porcentaje de absorción de los ladrillos de concreto patrón fue de 11.25%, el valor cambió a 10.13%, 9.70% y 9.34% por la adición de 6%, 8% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) respectivamente, adicionalmente, se determinó que la variación dimensional de los ladrillos de concreto patrón y agregados con fibras de polietileno tereftalato (PET) no supera el valor de por  $\pm 2$ mm a la distancia nominal del largo,  $\pm 4$ mm a la distancia nominal del alto de los ladrillos, ni  $\pm 3$ mm a la distancia nominal del ancho de los ladrillos, así mismo, los ladrillos de concreto no excedente el valor de 4mm en su alabeo, siendo el máximo valor de 2.17mm. Por lo que se concluyó que por las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos se le clasifica como Tipo IV.

**Palabras Clave:** Concreto, PET, ladrillo.

## **Abstract**

The objective of this research was to determine the physical and mechanical influence of the addition of polyethylene terephthalate (PET) fibers for the production of concrete bricks, for which the research was of an applied type with a quantitative approach and the research design was experimental. The population and sample of the present project were 24 concrete bricks and 12 piles of 3 rows of bricks, for this the hypothesis was raised that there would be a favorable effect in the addition of polyethylene terephthalate fibers (PET) in concrete bricks, therefore that the compressive strength of the masonry unit of the standard concrete was determined to be 182.06 kg/cm<sup>2</sup>, and changed to 175.82 kg/cm<sup>2</sup>, 171.61 kg/cm<sup>2</sup> and 165.18 kg/cm<sup>2</sup> by the addition of 6%, 8% and 10% polyethylene terephthalate (PET) fibers respectively. On the other hand, the compressive strength of masonry piles of the standard bricks was 208.24 kg/cm<sup>2</sup>, and changed the magnitude to 201.32 kg/cm<sup>2</sup>, 195.45 kg/cm<sup>2</sup> and 189.55 kg/cm<sup>2</sup> by the addition of 6%, 8% and 10% of polyethylene terephthalate fibers (PET) respectively, in addition, it was determined that the percentage of absorption of the standard concrete bricks was 11.25%, the value changed to 10.13%, 9.70% and 9.34% by the addition of 6%, 8% and 10% of polyethylene terephthalate (PET) fibers respectively, additionally, it was determined that the dimensional variation of the standard concrete bricks and aggregates with polyethylene terephthalate (PET) fibers does not exceed the value of by  $\pm 2$ mm at the nominal distance of the length,  $\pm 4$ mm at the nominal distance of the height of the bricks, nor  $\pm 3$ mm at the nominal distance of the width of the bricks, likewise, the concrete bricks do not exceed the value of 4mm in their warping, being the maximum value of 2.17mm. Therefore, it was concluded that due to the physical and mechanical properties of the bricks, it is classified as Type IV.

**Keywords:** Concrete, PET, brick.



## I. INTRODUCCIÓN

Las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> o dióxido de carbono han aumentado en las últimas décadas, por lo tanto, se ha realizado numerosas investigaciones para reducir los impactos de los problemas ambientales catastróficos debido a las emisiones de CO<sub>2</sub> producidos por los plásticos (Alshalif et al, 2021, p.1), a ello se suma que en la actualidad existe 8.3 billones de toneladas de plástico en el mundo, 6.3 billones de ello es basura, esto equivale en volumen a 55 millones de jumbo jets (recycle coach, 2021), de igual forma Assaad, Khatib, Ghanem expresaron que en el 2016 se superaron los 240 millones de toneladas de residuos, de los cuales una gran parte no se recicla. Además, expresó que la reciente conferencia COP26 en Glasgow-Reino Unido destacó la necesidad de lograr emisiones netas cero para 2050 (2022, p.1). Gran parte de las emisiones es generado por las actividades que la construcción demanda por compartir alrededor del 40% del consumo total de energía a nivel global. Esta participación aumentará debido al incremento del consumo de energía para refrigeración y calefacción de ambientes en un 37 % y un 12 %, respectivamente, en 2050 (Al-Yasiri, Szabó, 2021, p.1).

El uso de materiales de diseño en la fabricación de hormigón ha sido objeto de investigaciones previas, siendo los desechos de vidrio, plástico y desechos de demolición de la construcción áreas de interés. El polietileno tereftalato (PET), que proviene en gran medida de las botellas de plástico, es uno de los principales contribuyentes a los efectos ambientales perjudiciales en los vertederos. La fabricación mundial de plásticos aumentó de 180 millones de toneladas en 2000 a 360 millones de toneladas en 2020. En promedio, los plásticos representan entre el 8 y el 12 % del flujo total de desechos municipales, aunque esta proporción varía de un país a otro según variables como la calidad de vida, el tren de vida y el nivel de ingresos. Esta cifra se estima en torno al 16 % en Australia, con una producción de residuos plásticos de 2,24 millones de toneladas anual en 2008. En 2011, el consumo mundial de botellas de polietileno tereftalato (PET) fue de 232 000 millones de litros (61 400 millones de galones), con un crecimiento esperado de 513 000 millones de litros para 2025. En 2017, se dejó en totalidad 41,5 millones de toneladas metros cúbicos de los residuos de polietileno tereftalato (PET) en todo nuestro planeta. Además, el peso total de las botellas de polietileno tereftalato

(PET) recicladas en los Estados Unidos fue de 2,65 millones de toneladas, que es el 31 % del total de residuos de polietileno tereftalato (PET). Uno de los posibles métodos para reciclar los restos de polietileno tereftalato (PET) en el mundo de la industria de la continua construcción es su uso en hormigón en estructura de gránulos, fibras o tira. Los gránulos son productos crudos producidos por máquinas granuladoras, que ahorran costos y esfuerzos al evitar la necesidad de convertirlos en tiras o fibras. Cuando se preparan especímenes que contienen residuos de polietileno tereftalato (PET) para investigación, los estudios previos han optado por incorporar polietileno tereftalato (PET) en la mezcla de hormigón como refuerzo (como fracción de volumen o porcentaje de peso de uno o más componentes del hormigón), o como refuerzo parcial. sustitución de uno o más componentes del hormigón (cemento o áridos).

En las localidades de Callao y Lima se determinó que se tira como desperdicio casi 430 toneladas de botellas de plástico polietileno tereftalato (PET) cada día. Sin embargo, solo se recicla 1,200 toneladas de este material al mes, (Diario Perú21, 2016). El porcentaje que se recicla es menor al 10% del desecho, Es cantidad puede reducirse teniendo en cuenta al polietileno tereftalato (PET) como un material para la producción de concreto, con el fin de reducir la contaminación producida por el polietileno tereftalato (PET) en el ambiente.

En Carhuaz, la municipalidad informa que reúne 3 toneladas de residuos reciclables al mes, valor que es muy alto resultando en un impacto ambiental importante. Esta cantidad debe ser aprovechada, el reúso del polietileno tereftalato (PET) es posible con el fin de un desarrollo sostenible en la ciudad, ya que, el plástico tiene una larga vida útil y nunca desaparece por completo del entorno en el que se arroja, encontrándose en abandonado en la ciudad, en plena naturaleza y en las riberas de los ríos. Mientras se degrada lentamente, la contaminación plástica representa una amenaza importante para los hábitats terrestres y acuáticos y para la vida silvestre que se ha asentado allí, ya sea por ingestión, enredo o exposición a los productos químicos contenidos en el material. Productos que finalmente llegan a los humanos, a través de la cadena alimentaria.

Para ello planteamos el título “Influencia física y mecánica de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2021”, con lo que se formulará el siguiente **problema general** que será:

¿Cuál será la Influencia física y mecánica de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en ladrillos de concreto? Así mismo, **los problemas específicos** planteados serán: **PE1:** ¿Qué características tienen los agregados a utilizar?, **PE2:** ¿Cuál es el diseño de mezcla patrón para ladrillo de concreto  $f'_{b}=130 \text{ kg/cm}^2$ ?, **PE3:** ¿Cuál es el diseño de mezcla para los ladrillos de concreto  $f'_{b}=130 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) al 6%, 8% y 10%?, **PE4:** ¿Cuál es el efecto de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en 6%, 8% y 10%, en el comportamiento físico y mecánico de los ladrillos de concreto  $f'_{b}=130 \text{ kg/cm}^2$ ?

Por lo que, la tesis **se justifica socialmente** debido a que se planteará el uso de muros los suficientemente resistentes que ayuden a la seguridad y confort de viviendas, además **se justifica económicamente** debido a que se propondrá el uso de materiales reciclables sin costo en el uso de la construcción, **se justifica ambientalmente** porque se reducirá el impacto ambiental con el uso de fibras de polietileno tereftalato (PET).

**El objetivo general** de esta investigación será: Determinar la influencia física y mecánica de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) para la elaboración de ladrillos de concreto. Así mismo, **los objetivos específicos** que serán planteados son: **OE1:** Determinar las características tienen los agregados a utilizar. **OE2:** Determinar el diseño de mezcla patrón para ladrillo de concreto  $f'_{b}=130 \text{ kg/cm}^2$ . **OE3:** Determinar el diseño de mezcla para los ladrillos de concreto  $f'_{b}=130 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) al 6%, 8% y 10%, **OE4:** Determinar el efecto de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en 6%, 8% y 10%, en el comportamiento físico y mecánico de los ladrillos de concreto  $f'_{b}=130 \text{ kg/cm}^2$ . Respecto a la **hipótesis** utilizado para pronosticar el resultado concluyente es que habría una influencia favorable en la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en ladrillos de concreto.

## II. MARCO TEÓRICO

Se encontró en los antecedentes internacionales a Daud, Ali y Marsi (2021) realizaron una investigación denominada “A Study on Development of A Concrete Brick Using Plastic PET Bottles as Fine Aggregates Using Solidworks Software” tuvo la finalidad de evaluar las propiedades mecánicas y físicas de las botellas de PET utilizando diferentes proporciones de 20,00%, 40,00%, 60,00% y 80,00% en la elaboración de un ladrillo de material de concreto, la investigación requirió ser de tipo aplicada con enfoque cuantitativa por la necesidad de realizar mediciones, mientras que el diseño de investigación requirió ser experimental, 12 muestras de concreto fueron establecidas como la población y la muestra, los resultados que se obtuvieron fueron que las muestras de ladrillo de concreto con adición de 20%, 40%, 60% y 80% de fibras PET poseían una resistencia a la compresión de 38.45 Kg/cm<sup>2</sup>, 37.42 Kg/cm<sup>2</sup>, 37.02 Kg/cm<sup>2</sup> y 34.77 Kg/cm<sup>2</sup>, con lo que pudieron concluir que el porcentaje de composición óptima es el de 20,00% de residuos plásticos PET con mezcla de grava y cemento ya que se puede aplicar para la aplicación de ladrillos de concreto.

Meza A., Pujadas, Meza L., Bosch y Carreño (2021) realizaron una investigación denominada “Mechanical optimization of concrete with recycled PET fibres based on a statistical-experimental study” con el objetivo de encontrar la minimización del peso volumétrico y la maximización de las características mecánicas, la investigación requirió ser de tipo aplicada con enfoque cuantitativa por la necesidad de realizar mediciones, los autores demarcaron que la población y la muestra fueron 120 muestras de concreto, los resultados que se obtuvieron fueron de 316.11 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión para la muestra sin adición alguna, las muestras de concreto con adición de 2%, 6% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) obtuvieron valores de 305.91 Kg/cm<sup>2</sup>, 295.72 Kg/cm<sup>2</sup> y 285.52 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con lo que pudieron concluir que los resultados demostraron que la incorporación de fibras de polietileno tereftalato (PET) recicladas al concreto genera capacidad de resistencia residual al concreto, con escaso efecto en su peso volumétrico y resistencia máxima a flexión y compresión. En los antecedentes nacionales se tiene a Echeverría (2017) realizaron una investigación denominada “Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado”, en ella tuvieron la finalidad de indicar las características, tanto mecánicas y físicas de

ladrillo de concreto adicionados con fibras PET reciclado, el estudio requirió ser de tipo aplicada con óptica cuantitativa y el diseño de investigación fue experimental, para ello la población y la muestra fueron 45 muestras de ladrillo de concreto, los resultados que se obtuvieron fueron que la unidad de albañilería de concreto patrón fue  $161.96 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión, mientras que los de ladrillo de concreto con adición de fibras PET con 9%, 6% y 3% de proporción tuvieron valores de  $110.46 \text{ kg/cm}^2$ ,  $118.80 \text{ kg/cm}^2$  y  $127.08 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, el ladrillo patrón sin adición de fibras PET logra la clasificación de ladrillo Clase IV y a los ladrillos de concreto con adición de PET clasificaron como ladrillo Clase III, con lo que concluyó que los ladrillos de concreto con un contenido de PET de 3% y 6%, 9% clasificaron como unidad de albañilería Clase III, mientras que el ladrillo patrón calificó como ladrillo Clase IV, siendo aptos para uso estructural.

Aliaga (2017) realizó un estudio titulado “Evaluación técnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la producción de ladrillo de concreto compuesto en la construcción” con el objetivo de evaluar los ladrillos de concreto con polietileno tereftalato (PET) para su fabricación para uso en edificaciones, su estudio fue aplicado, con la necesidad de cuantificar magnitudes por lo que fue a la vez cuantitativa, el diseño del estudio fue experimental, 10 unidades de ladrillos de concreto compuesto fueron la población y la muestra, los resultados que se obtuvieron fueron que la pila de los ladrillos con polietileno tereftalato (PET) tuvieron resistencia a la compresión un valor de  $f'm=59 \text{ kg/cm}^2$  y la resistencia de corte de muretes fue de  $V'm=7.81 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que le permitió concluir que la unidad de albañilería de concreto adicionado con de polietileno tereftalato (PET) posee una eficaz respuesta en muros de albañilería ante esfuerzos ejercidos al sentido del eje o axiales y esfuerzos ejercidos transversales al eje o corte puro, superando su comportamiento al de los ladrillos King Kong de arcilla.

Una vez expuesto los antecedentes se exhibe el marco teórico. El ladrillo, se define como aquel cuerpo cuyas medidas y densidad permitan ser manipularlos con una mano, se le denomina también como unidad de albañilería (E.070, 2019, p.9). La calidad de unidad de albañilería es esencial para un buen compartimiento mecánico de muros portantes, ya que ayudan a reducir la vulnerabilidad de las construcciones antes sismos o sobrecargas (Zuccaro, Perelli, Gregorio, Cacace, 2020, p.2). Los ladrillos se componen principalmente de arcilla y esquisto como materias primas,

estos no son considerados ecológicas ni económicas debido a la gran cantidad de energía necesaria y al consumo de recursos naturales. Además de espacios insuficientes para los vertederos, se sabe que las industrias descargan enormes cantidades de materiales de desecho, lo que representa un problema económico y ambiental (Ahmed, 2021, p.2).

Debido al gran uso de ladrillos de arcilla en las industrias de la construcción, provoca un déficit dramático de los recursos naturales. Por lo tanto, hoy en día diferentes ingenieros e investigadores estaban buscando materiales alternativos para la producción de ladrillos para proteger este ejemplar de recursos naturales. Estos tipos de investigación/estudios ofrecían la ventaja de asegurar nuestros materiales naturales, así como el consumo de materiales secundarios en un gran volumen que puede proteger el medio ambiente hasta cierto punto y hacer que el estudio sea sostenible y ecológico (Priyadarshini, Giri, Patnaik, 2021, p.1). Existen diferentes tipos de ladrillo teniendo en consideración las materias primas a utilizar, los más comunes son los ladrillos hecho con arcilla y con concreto (Xin, Mohajerani, Kurmus, Smith, 2021, p.58).

Los ladrillos de concreto se preparan básicamente a partir de áridos mezclados con cemento a presión en moldes de acero. Al igual que todos los productos de concreto, la resistencia aumenta con la edad, también los ladrillos de concreto se pueden usar en todos los niveles normales de exposición (Dawood y Mahmood, 2021, p. 1). Del mismo modo Nurzal, Perdana y Putera (2018), expresaron que el ladrillo de hormigón es un material formado a partir de una mezcla de arena mezclada con árido, cemento y agua para que reaccione perfectamente. Según su forma, el ladrillo de hormigón se puede dividir en dos tipos, a saber, ladrillo de hormigón hueco y ladrillo de hormigón macizo. El ladrillo de concreto de 28 días tiene un peso físico de 12.128 kg, densidad de 2.118 gr/cm<sup>3</sup>, absorción de agua de 12.876% y resistencia a la compresión de 1.97 MPa (p.1).

Los ladrillos de concreto de mampostería se pueden utilizar como una alternativa al ladrillo rojo, para reducir la contaminación ambiental y el calentamiento global. El ladrillo de hormigón de mampostería es ecológico. La energía usada en la producción de este tipo de ladrillo de concreto ligero de mampostería es menor que para la producción de ladrillo rojo, y además no produce contaminación ni crea productos tóxicos ni tiene ningún impacto en el medio ambiente. Esto se debe a

que el ladrillo de concreto liviano de mampostería está hecho de una mezcla de cemento, arena, agua (Sutandar, Supriyadi, Setyabudi, Handalan, Indrayadi, 2021, p. 13).

Este tipo de concreto se conocen popularmente como "concreto verde". Se pueden usar agregados reciclados de estructuras demolidas, cauchos de llantas de desecho, cenizas volantes, cáscaras de arroz, varios tipos de fibras para reemplazar los agregados naturales y materiales aglutinantes dentro de un cierto límite, preservando las propiedades del concreto verde resultante. Los investigadores también investigan el uso de diferentes tipos de fibra como adición al ladrillo (Haque et al, 2021, p.15).

Las propiedades mecánicas son necesarias para calificar a un ladrillo, ante ello Callister y Rethwisch (2019) definieron que la actuación mecánica de un elemento expresa el enlace entre la fuerza aplicada y su reacción a ella; los autores indicaron que estas propiedades son necesarias de determinar porque cualquier material está sometidos a fuerzas o cargas cuando prestan servicio, y de ese modo evitar deformaciones excesivas y roturas. Por lo general estas propiedades se determinan realizando experimentos de laboratorio (p. 209). La norma técnica E.070 (2019) expresa que en el Perú rige la NTP 399.613 y NTP 339.604 para determinar cómo es el procedimiento del ensayo de resistencia a la compresión de unidad de albañilería (p. 12). La propiedad más significativa del ladrillo es la resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'_b$ ), ya que, pone en evidencia la perfección geométrica del ladrillo y además la calidad de mano de obra dada, además, expone la mejor calidad estructural, la resistencia a la intemperie u otra causa de daño.

Adicionalmente, la norma técnica E.070 (2019) expresa que una de las resistencias de albañilería confinada es la resistencia a compresión de pilas de ladrillo ( $f'_m$ ), para ello se divide la carga de compresión máxima soportada por la pila sobre el área bruta de la sección transversal, sin embargo, se debe tener en cuenta el factor de corrección por esbeltez que indica la norma (p. 18).

Callister y Rethwisch (2019) indicaron que la propiedad física es aquella que, sin cambiar la composición química de la materia, se pueden medir. Estas propiedades se pueden utilizar para describir la apariencia y las dimensiones de la materia. Las propiedades físicas también se pueden usar para observar y comparar diferentes formas de materia (p. 330).

La variación dimensional se determina con lo estipulado en la NTP 399.613 (2005), se le define como la diferencia porcentual de la distancia real con la distancia nominal de cada una de las aristas del ladrillo (p. 24). Además, se puede determinar el alabeo con lo estipulado en la NTP 399.613 (2005), este ensayo se ejecuta poniendo la superficie de la unidad de albañilería encima de una mesa plana, posteriormente se inserta una cuña metálica graduada en la zona con mayor alabeo y se registra la medida tomada (p. 22).

Para indicar los resultados de la absorción de las unidades estudiadas de albañilería se sigue lo estipulado en la NTP 399.613 (2005) y NTP 339.604 (2002), para hallarlo los ladrillos son secadas uniformemente en un horno estándar por 24 horas a una temperatura de 110 °C con el fin de eliminar la humedad de la unidad de albañilería. Posteriormente, se sumerge por 24 horas para que el ladrillo alcance el estado de saturación, terminado aquel tiempo, se retira el espécimen, se retira el exceso de agua con un andrajo para finalmente pesar la muestra. Se determina el peso de las muestras después de los 5 minutos próximos de ser apartados del agua.

Se pueden agregar diferentes materiales al concreto para cambiar sus propiedades de ingeniería. Algunos de estos aditivos tienen un impacto positivo en las propiedades del concreto, mientras que otros pueden tener un impacto negativo. Los materiales aditivos como fibra/caucho, plásticos, escoria, resina se mezclan con componentes de concreto para mejorar sus propiedades de ingeniería. Los plásticos permanecen en el medio ambiente incluso durante cientos de años debido a que son muy resistentes a la descomposición. Es en uno de los peligros ambientales en la sociedad moderna debido a la durabilidad duradera. Dawood, Al-Khazraji, Falih, 2020, p.2).

Los plásticos son diferentes tipos de materiales sintéticos o semisintéticos que se utilizan en diversas gamas de productos en crecimiento. El rápido crecimiento que se produjo en la producción de plásticos no tiene precedentes y supera a cualquier otro producto hecho por el hombre. La principal preocupación, como se establece en el Acuerdo Climático de París, ha sido recientemente mejorar el diseño y la producción de plásticos para promover su reutilización, reparación y reciclaje, aislar la producción de plásticos de los recursos fósiles y atenuar el de efecto invernadero. Cuantiosos plásticos sintéticos hoy en día están hechos de petróleo y gas natural



(Zair, Jakarni, Muniandy, Hassim, 2021, p.1). Además, los desechos plásticos están hechos de varios químicos tóxicos y son reprobables para la superficie, aire y el líquido vital agua. Es un material no biodegradable, el plástico se conserva en el suelo durante mucho tiempo como una sustancia nociva. El mayor componente de los residuos plásticos es el polietileno, seguido del polipropileno, el tereftalato de polietileno y el poliestireno. (Haque et al, 2021, p.15).

El politereftalato de etileno (PET), el plástico de poliéster artificial más abundante en el mundo con una vida útil prevista de 25 a 50 años, se utiliza para producir fibras textiles y resinas para botellas de bebidas de un solo uso y embalaje, este polímero termoplástico está compuesto por ácido tereftálico (TPA) y etilenglicol (EG). Aunque el polietileno tereftalato (PET) se puede despolimerizar en sus componentes a través de procesos químicos basados en la escisión de los enlaces éster en condiciones adversas, como el uso de ácido sulfúrico a 150 °C o en condiciones alcalinas en presencia de catalizadores químicos peligrosos, en la actualidad el polietileno tereftalato (PET) se recicla principalmente mecánicamente, un proceso que resulta en una pérdida de propiedades y valor del material (Pirillo, Pollegioni y Molla, 2021, p. 4730). El tereftalato de polietileno (PET) se produce 70 millones de toneladas al año para embalaje y textiles, pero solo una pequeña fracción (menor a 20 %) se recicla principalmente mediante métodos mecánicos. (Zhou et al, 2021, p.2).

El tereftalato de polietileno (PET) es un poliéster termoplástico de monómeros de ácido tereftálico (TPA) y etilenglicol (EG). La amplia aplicabilidad del polietileno tereftalato (PET) en diversas industrias, como la del embalaje, textil, eléctrica y electrónica, y la industria automotriz, está relacionada con sus propiedades, como alta resistencia mecánica, peso ligero, propiedades de aislamiento eléctrico, inercia química y propiedades de barrera contra gases y humedad. El polietileno tereftalato (PET) se puede reciclar químicamente a través de la descomposición completa en monómeros y volver a polimerizarse en polietileno tereftalato (PET); sin embargo, los costos de reciclaje de (PET) basados en productos químicos para rehacer el mismo polímero no son económicamente factibles. Sin embargo, se ha pronosticado que el polietileno tereftalato (PET) reciclado sobre el polietileno tereftalato (PET) virgen tiene un impacto energético y ambiental notable al simplificar las dichas emisiones de gases del mencionado efecto invernadero en

1,5 eqton de CO<sub>2</sub>/PET reciclado y el consumo de energía sobre el PET virgen en >20 MJ/ton (Dissanayake y Jayakoby, 2021, p.2).

Además, según Pipal et al (2020) el polietileno tereftalato (PET) es un plástico derivado del petróleo: los monómeros utilizados, etilenglicol y ácido tereftálico, proceden de la transformación del petróleo. Se necesitan 1,9 kg de petróleo crudo para hacer 1 kg de polietileno tereftalato (PET). La molécula de politereftalato de etileno se hidroliza a alta temperatura (alrededor de 240 °C), volviendo a una forma de bajo peso molecular, inutilizable para un uso normal. Por lo tanto, el polímero debe secarse cuidadosamente, al vacío a 80°C, antes de su uso. Esta es una grave limitación para su reciclado económico como material reutilizable (p.542). La degradación del polietileno tereftalato a través de la escisión de sus enlaces éster se ha monitoreado de forma indirecta, por la liberación de productos de degradación monoméricos como el ácido tereftálico o por el cambio de turbidez de la suspensión de polietileno tereftalato (PET). Como consecuencia, las características cinéticas y mecánicas de la despolimerización enzimática de polietileno tereftalato (PET) no se han dilucidado sin ambigüedades (Vogel et al, 2021, p.2).

Numerosos investigadores han explorado la posibilidad de reutilizar los residuos de polietileno tereftalato (PET) como fibra en mezclas de concreto con porcentajes volumétricos que oscilan entre el 0,25 % y el 4 %. La inclusión de fibras de polietileno tereftalato (PET) dentro de la mezcla de concreto mostró un crecimiento de resistencia a flexión, mejorando las resistencias a la tracción y compresión, la energía absorbida, la ductilidad y disminuye la trabajabilidad y modulos elásticos (Dawood, Al-Khazraji, Falih, 2020, p.2).

El reciclaje de plástico de última generación se realiza mediante métodos mecánicos o químicos, o una combinación de los mismo. Si bien los métodos químicos mecánicos y basados en solventes se enfocan en una estrategia de polímero a polímero, la limpieza y las propiedades específicas de las materias primas de desechos plásticos determinarán el éxito del reciclaje. Un plástico ideal para reciclar es el tereftalato de polietileno. El principal producto de polietileno tereftalato (PET), las botellas de bebidas, se puede recolectar específicamente, evitando desafíos de materiales mixtos. Además, con sus propiedades termoplásticas como la alta temperatura de fusión y la posibilidad de procesarlo sin el uso de aditivos, el polietileno tereftalato (PET) cumple muchos criterios técnicos

de reciclaje. Mientras que, en algunos países europeos, el polietileno tereftalato (PET) se recolecta en cuotas superiores al 95 % (de botellas de bebidas de un solo uso), solo aproximadamente el 30 % se recicla, incluso en estas condiciones ideales. Las razones son múltiples, incluido el costo, la aceptación del consumidor y las normas de seguridad que rodean al material reciclado, por nombrar algunas. Una forma alternativa de aumentar el reciclaje de plástico es agregar valor adicional a los desechos plásticos, sin apuntar al mismo material o bien de consumo (por ejemplo, reciclaje de botella a botella), sino más bien reciclando productos químicos y materiales de mayor valor. Este concepto ya se ha demostrado utilizando métodos químicos como la glicolización, la alcoholólisis, la y organocatálisis (Tiso et al, 2021, p. 168).

### **III. METODOLOGÍA**

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

Lo tratado encaja como un estudio aplicado, debido a que la investigación de este tipo indica a la investigación y al estudio científico destinada a solucionar problemas prácticos, este modelo de investigación es de mucha importancia en la solución de problemas comunes que suelen influir en la vida, cotidiana. Además, Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron que el uso de cognición teórico y conocimiento práctico en soluciones prácticas son consideradas como investigaciones aplicadas (p.42). En el presente estudio se usó agregados y concreto con el objetivo de determinar el impacto de fibras polietileno tereftalato (PET) en ladrillos de concreto.

El estudio requirió tener una perspectiva cuantitativa, la investigación cuantitativa es un método donde se aplica la recopilación de datos que permite al investigador analizar comportamientos, opiniones o incluso expectativas en cantidad con el objetivo de deducir conclusiones estadísticamente medibles, a diferencia de un estudio cualitativo. Adicionalmente Hernández et al (2014) expresaron que las investigaciones cuantitativas procesan valores numéricos de medidas de las variables estudiadas (p. 5).

La investigación experimental es una actividad en la que los investigadores crean un experimento de laboratorio que les permitirá investigar las causas, los efectos, la naturaleza o las propiedades de los objetos o fenómenos a través de la manipulación o la experimentación. De igual forma Hernández et al (2014) manifestaron que para observar los impactos sobre las variables dependientes en una posición de control, se realiza experimentos, para ello se manipulan estímulos, intervenciones, tratamientos o influencias de las variables independientes (, p. 129), por esa razón el presente estudio se le considera de diseño de investigación experimental, esto debido a que fue necesario adulterar intencionalmente la variable independiente con la incorporación de la variable dependiente en ambientes adecuados, con el objetivo de saber cuál es el impacto y cambios que produce.

### **3.2. Variables de Operacionalización.**

**Variable independiente** se le define como la variable que tiene una influencia sobre el comportamiento de la variable dependiente. La variable independiente de este estudio será fibras de polietileno tereftalato (PET).\*

#### **Definición conceptual de la variable independiente**

Las fibras de polietileno tereftalato (PET) se define según Pipal et al (2020) el polietileno tereftalato (PET) es un plástico derivado del petróleo: los monómeros utilizados, etilenglicol y ácido tereftálico, proceden de la transformación del petróleo. (p.542)..\*

#### **Definición operacional de la variable independiente**

Será medido a través de la masa de las fibras de polietileno tereftalato (PET)\*

**Variable dependiente** es la variable que se le somete a los impactos y estímulos de la variable independiente. Consecuentemente la variable dependiente del actual estudio serán los ladrillos de concreto. \*

#### **Definición conceptual de la variable dependiente**

Callister y Rethwisch (2019) definieron que el comportamiento mecánico de un material expresa el enlace entre la fuerza aplicada y su respuesta de ella (p. 209). Adicionalmente los autores indicaron que la propiedad física es aquella que, sin cambiar la composición química de la materia, se pueden medir. Estas propiedades se pueden utilizar para describir la apariencia y las dimensiones de la materia (p. 330).. \*

#### **Definición operacional de la variable dependiente**

Será definido mediante las características mecánicas, como la resistencia a la compresión de unidad de albañilería y resistencia a la compresión de pilas de ladrillo, además, será definido mediante las características físicas como la absorción, variación dimensional y alabeo de los ladrillos de concreto.

(\*) Operacionalización de variables se encuentras en el Anexo 2 pag. 45.

### **3.3. Población, muestra y muestro**

#### **Población**

Una población es una agrupación finita de objetos (individuos o unidades estadísticas) sobre los que se realiza un estudio y cuyos elementos corresponden a una o más características comunes. De acuerdo a Niño (2011) la población a ser estudiada, está compuesta por la totalidad de unidades, es decir, todas las unidades que componen el campo de investigación (p. 55), además la actual investigación tuvo un muestreo no probabilístico por esa razón, donde la población fue igual a la muestra, por lo que tuvo como población de 24 ladrillos de concreto diseñado con agregados convencionales y con fibras de polietileno tereftalato (PET) para los ensayos de compresión de unidad de albañilería, variación dimensional, alabeo y absorción y 12 pilas de 3 hiladas de ladrillos para los ensayos de compresión de pilas de ladrillo.

#### **Muestra**

Una muestra es un conjunto de individuos representativos de una población. De acuerdo a Hernández et al (2014) “nos menciona que la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Además, Digamos que es un subconjunto de elementos que forman parte a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p. 175).

La norma técnica E.070 indica tener una muestra por cada 50 millares, por consiguiente, que, para el presente proyecto de investigación, la muestra serán 24 ladrillos de concreto diseñado con agregado fino convencional y con fibras de polietileno tereftalato (PET) para los ensayos de compresión de unidad de albañilería, variación dimensional, alabeo y absorción (p. 12).

La norma técnica E.070 de albañilería indica realizar un muestreo de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada, además de realizar los ensayos hasta los 28 días, es por ello que el muestreo es de 3 pilas por cada una de las cuatro dosificaciones, por lo que se tuvo un total de 12 pilas de 3 hiladas de ladrillos para los ensayos de compresión de pilas de ladrillo (p. 18).

**Tabla 1 Muestras**

| Ensayos                                  | Ladrillos |        |        |         | Total |
|--|-----------|--------|--------|---------|-------|
|  | Patrón    | 6% PET | 8% PET | 10% PET |       |
| Compresión de unidad de albañilería.     | 3         | 3      | 3      | 3       | 24    |
| Absorción, variación dimensional, alabeo | 3         | 3      | 3      | 3       |       |
| Compresión de Pilas                      | 3         | 3      | 3      | 3       | 12    |

**Fuente:** Elaboración propia

### **Muestreo**

El muestreo es un procedimiento que tiene como objetivo obtener un mejor conocimiento de una o más poblaciones o subpoblaciones mediante el estudio de un número de muestras consideradas estadísticamente representativas. Según Hernández et al (2019) hay dos métodos de muestreo, el no probabilístico y el probabilístico (p. 175). Esta investigación será mediante el muestreo no probabilístico, debido a que la muestra será escogida claramente por investigador, en el presente estudio las muestra fue 36 ladrillos para una resistencia a la compresión de unidad de albañilería de 130 kg/cm<sup>2</sup> de las cuales 3 fueron con el agregado grueso, mientras que 9 con 6%, 8% y 10% de adición de las fibras polietileno tereftalato (PET).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Baena (2017) menciona que “las técnicas se vuelven respuestas al “cómo hacer” y facultan la aplicación del método en el ámbito donde se aplica” (p. 68), por esa razón, la **observación** será la técnica de obtención de data para la variable dependiente y la variable independiente, esta técnica se define como a la obtención de datos con el uso del sentido de observación, además, las **fichas de laboratorio** serán los instrumentos para obtención de información, los instrumentos se le define como “los apoyos que se tienen para que las técnicas se cumplan su propósito” (Baena, 2017, p.67-72).

### **3.5. Procedimiento.**

Se realizó la recolección de agregados fino y gruesos en la cantera Pablito, para determinar sus propiedades físicas como: Granulometría, peso unitario, contenido de humedad y peso específico.

Con las características de los agregados obtenidos se realizó el diseño de mezcla mediante el método ACI 211, en ella se determina las proporciones de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, de igual forma se determinó la cantidad de fibras de polietileno tereftalato (PET) que fue adicionado en la mezcla.

#### **Análisis granulométrico de los agregados**

El procedimiento de parar realizar el ensayo, está regido por el MTC E204/NTP400.012, en ella se explica la práctica de separar el material luego del desarrollo de análisis del tamaño de partículas. La primordial finalidad es clasificar la muestra de acuerdo a ASSHTO o SUCS.

Se hace uso de diferentes tamices con distintas mediadas cuyos números estándar son de 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", ¼", de igual manera tamices con menores dimensiones que son N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200. La muestra traspasa a través de ellas con la finalidad de retener las partículas más grandes que nos traspasan los agujeros de los tamices.

#### **Contenido de humedad de los agregados**

El procedimiento que se llevó a cabo fue determinado mediante los establecido por la NTP 339.185. El contenido de humedad es la proporción de agua en porcentaje respecto a la muestra en estado seco.

#### **Ensayo de peso específico de los agregados**

Para determinar los pesos específicos, se hizo cumplimiento de la NTP 400.022. y las norma MTC E-205. En este ensayo no se toma en cuenta los espacios vacíos que posee la muestra, para ello se tiene en cuenta el principio de Arquímedes, que con el desplazamiento de agua logra determinar el peso específico de los materiales.

#### **Ensayo de peso unitario**

Los procedimientos están establecidos en la NTP 400.017, para obtenerlo el peso unitario compactado y peso suelto del agregado fino se determinó el peso unitario suelto que es el resultado de dividir la masa del agregado colocado al ras de un molde metálico, entre el volumen del molde.



Sin embargo, el peso unitario compactado fue necesario compactar en capas, con 25 golpes por capa con el uso de una varilla de diámetro aproximado de 16mm y largo de 60 cm, para después culminar de nivelar el excedente de la última capa compactada.

### **Diseño de mezcla de concreto**

Se determinó la dosificación en volumen y peso de cemento agregado fino, agregado grueso y agua mediante el método de diseño según el Comité ACI 211 acorde con los resultados de los ensayos de los agregados estudiados, además, se calculó las dosificaciones de las fibras PET en función al volumen de la mezcla total.

### **Producción de fibras de polietileno tereftalato (PET)**

Se realizó la recolección de plásticos de polietileno tereftalato (PET) que posteriormente fueron cortados a las dimensiones adecuadas para convertirlos en pedazos.

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

Cohen y Gómez (2019) indicaron que “el cierre del proceso de obtención de los datos es el procesamiento. En la averiguación cuantitativa, el cierre es más absoluto, el resultado de procesar son los datos” (p. 252), por esos mismo los datos fueron apuntados en fichas técnicas.

Además de hacer fiel cumplimiento de NTP400.012 análisis granulométrico de los agregados, NTP 339.185 contenido de humedad de los agregados, NTP 400.022 ensayo de peso específico de los agregados, y de la norma E.070 albañilería.

### **3.7. Aspectos éticos.**

Referente a la ética y veracidad de la indagación, se realizó las citas de los autores con los lineamientos de la regla ISO 690. De igual modo, la tesis se encontró bajo la verificación del Software Turnitin; el cual indicó el porcentaje de similaridad, por lo que garantizó la originalidad del estudio.

#### IV. RESULTADOS

**Resultado 01:** Respecto al objetivo primero específico, determinar las características tienen los agregados a utilizar.

Se realizó el muestreo característico del agregado grueso - confitillo en la cantera ubicada al sur de la ciudad de Carhuaz denominada Pablito, con el propósito de realizar los ensayos respectivos cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2** *Propiedades del agregado grueso - confitillo.*

| <b>Confitillo</b>        |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Contenido de humedad     | 0.6%                      |
| Tamaño máximo nominal    | 3/8"                      |
| Peso unitario suelto     | 1630.00 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso unitario compactado | 1813.00 kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                | 0.90%                     |
| Peso específico          | 2.654 gr/cm <sup>3</sup>  |

Fuente: VH Laboratorio

Se halló que el agregado grueso estudiado tuvo 0.6% de contenido de humedad, también, se determinó mediante el ensayo de análisis granulométrico que el tamaño máximo nominal del agregado grueso fue de 3/8", adicionalmente se halló que el peso unitario suelto y peso unitario compactado fueron 1630.00 Kg/cm<sup>3</sup> y 1813.00 Kg/cm<sup>3</sup> respectivamente, el porcentaje de absorción fue de 0.90%, finalmente se estableció que el peso específico fue de 2.654 gr/cm<sup>3</sup>.

Asimismo, se realizó el muestreo del agregado fino en la misma cantera denominada Pablito, para los ensayos correspondientes, de las cuales cuyos los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3** *Propiedades del agregado fino.*

| <b>Agregado fino</b>     |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Contenido de humedad     | 3.55%                     |
| Módulo de fineza         | 2.77                      |
| Peso unitario suelto     | 1495.00 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso unitario compactado | 1784.00 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso específico          | 2.646 gr/cm <sup>3</sup>  |
| Absorción                | 5.19%                     |

Fuente: VH Laboratorio

Se halló que fue de 3.55% el contenido de humedad del agregado fino, además, con la interpretación del análisis granulométrico, se precisó que el módulo de fineza fue

de 2.77, de igual manera se halló que el peso unitario suelto y peso unitario compactado que fueron  $1495.00 \text{ Kg/cm}^3$  y  $1784.00 \text{ Kg/cm}^3$  respectivamente, el peso específico fue de  $2.646 \text{ gr/cm}^3$ , mientras que 5.19% fue el porcentaje de absorción.

Además, se obtuvo otra muestra de agregado fino para el mortero cuyo módulo de fineza se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4** Módulo de fineza de agregado fino para mortero.

| Agregado fino    |      |
|------------------|------|
| Módulo de fineza | 2.01 |

Fuente: VH Laboratorio

Se obtuvo que módulo de fineza del agregado a ser utilizado para el mortero fue de 2.01, cumpliéndose la norma E. 070.

**Resultado 02:** Respecto al segundo objetivo específico, determinar el diseño de mezcla patrón para ladrillo de concreto  $f'b=130 \text{ kg/cm}^2$ .

Con las propiedades de los agregados determinadas se continuó a realizar el diseño de mezcla de concreto con el método ACI, para ello se determinó que el área neta del ladrillo es el 70% del área bruta, por ello se escogió diseñar un concreto con  $f'c=190 \text{ kg/cm}^2$  para poder alcanzar un  $f'b=130 \text{ kg/cm}^2$  en el ladrillo, de debido a que  $130/0.7 \approx 190$ , la dosificación de los pesos de los materiales a utilizar para la  $1 \text{ m}^3$  de concreto se señalan en la siguiente tabla.

**Tabla 5** Dosificación de concreto patrón.

| Dosificación de mezcla $f'b=130 \text{ kg/cm}^2$ |           |
|--|-----------|
| Proporción para $1 \text{ m}^3$                  |           |
| Cemento  | 376.24 kg |
| Agregado Fino                                    | 807.00 kg |
| Agregado Grueso                                  | 839.42 kg |
| Agua   | 228 lt.   |

Fuente: VH Laboratorio

De la anterior tabla se interpreta que para la mezcla de  $1 \text{ m}^3$  de concreto con el uso de los agregados de la cantera Pablito se necesita 376.24 Kg de cemento, 807.00 Kg de agregado fino, 839.42 kg de agregado grueso y 228 litros de agua, se debe tener en cuenta que la dosificación indicada es en el estado seco de los agregados.

La norma E 070 indica que la dosificación en volumen para el mortero es como la mostrada en la siguiente tabla.

**Tabla 6** *Dosificación de mortero.*

| Dosificación de mortero |       |
|-------------------------|-------|
| Cemento                 | Arena |
| 1                       | 4     |

Fuente: Norma E 070

Se interpreta que por cada volumen de cemento se adicionó 4 volúmenes de arena gruesa.

**Resultado 03:** Respecto al tercer objetivo específico, determinar el diseño de mezcla para los ladrillos de concreto  $f'_{b}=130$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) al 6%, 8% y 10%.

Una vez determinada la dosificación del concreto patrón se procedió a determinar la dosificación de concreto con las adiciones de 6%, 8% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET), para ello se debe tener en cuenta que la densidad de fibras de polietileno tereftalato (PET) es de 1380 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 7** *Dosificación de concreto patrón con 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET).*

| Dosificación de mezcla $f'_{b}=130$ con adición de 6% de PET |            |
|--|------------|
| Proporción para 1 m <sup>3</sup>                             |            |
| Cemento  | 353.66 kg  |
| Agregado Fino  | 758.58 kg  |
| Agregado Grueso  | 789.05 kg  |
| Agua   | 214.32 lt. |
| Fibras PET   | 82.80 kg   |

Fuente: Elaboración propia

Se explica de la anterior tabla que para la mezcla de 1 m<sup>3</sup> de concreto con adición de 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET) con el uso de los agregados de la cantera Pablito se requiere 353.67 Kg de cemento, 758.58 Kg de agregado fino, 789.05 kg de agregado grueso y 214.32 litros de agua.

**Tabla 8** *Dosificación de concreto patrón con 8% de fibras polietileno tereftalato (PET).*

| <b>Dosificación de mezcla <math>f'_{b}=130</math> kg/cm<sup>2</sup> con adición de 8% de PET</b> |            |
|--|------------|
| <b>Proporción para 1 m<sup>3</sup></b>   |            |
| Cemento  | 346.14 kg  |
| Agregado Fino  | 742.44 kg  |
| Agregado Grueso  | 772.27 kg  |
| Agua   | 209.76 lt. |
| Fibras PET   | 110.40 kg  |

Fuente: Elaboración propia

Se comprende de la anterior tabla que para la mezcla de 1 m<sup>3</sup> de concreto con adición de 8% de fibras de polietileno tereftalato (PET) con el uso de los agregados de la cantera Pablito se requiere 346.14 Kg de cemento, 742.44 Kg de agregado fino, 772.27 kg de agregado grueso y 209.76 litros de agua.

**Tabla 9** *Dosificación de concreto patrón con 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET).*

| <b>Dosificación de mezcla <math>f'_{b}=130</math> kg/cm<sup>2</sup> con adición de 10% de PET</b> |            |
|---|------------|
| <b>Proporción para 1 m<sup>3</sup></b>  |            |
| Cemento   | 338.61 kg  |
| Agregado Fino   | 726.30 kg  |
| Agregado Grueso   | 755.48 kg  |
| Agua  | 205.20 lt. |
| Fibras PET  | 138.00 kg  |

Fuente: Elaboración propia

Se entiende de la anterior tabla que para la mezcla de 1 m<sup>3</sup> de concreto con adición de 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) con el uso de los agregados de la cantera Pablito se requiere 338.62 Kg de cemento, 726.30 Kg de agregado fino, 755.48 kg de agregado grueso y 205.20 litros de agua.

**Resultado 04:** Respecto al cuarto objetivo específico, determinar el efecto de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en 6%, 8% y 10%, en el comportamiento físico y mecánico de los ladrillos de concreto  $f'_{b}=130$  kg/ cm<sup>2</sup>.

#### **Absorción de ladrillos de concreto**

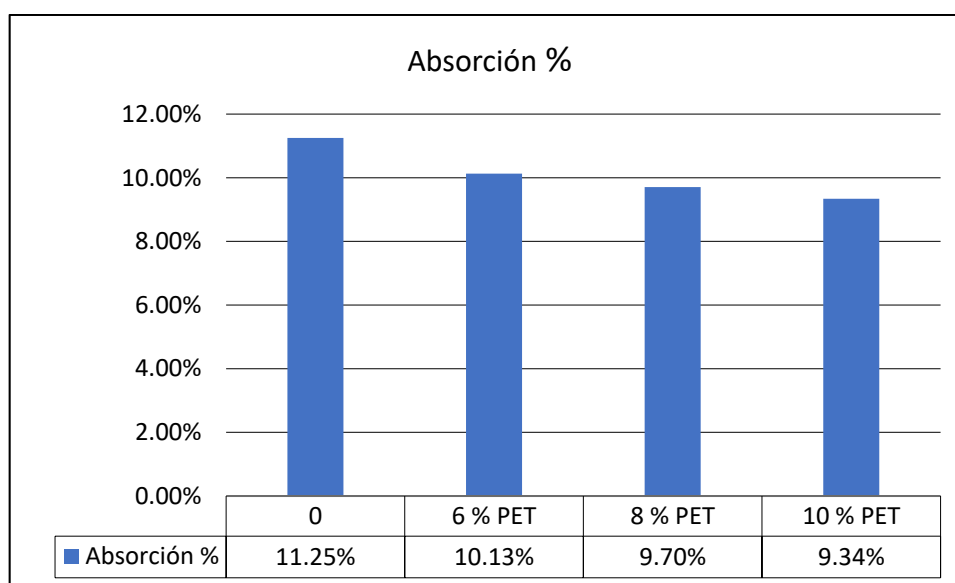
Para determinar el porcentaje de absorción de los ladrillos de concreto se introdujeron a un horno por 24 horas a una temperatura constante de 110 °C con el fin de evaporar el agua que contengan, posteriormente los ladrillos fueron pesados para determinar su masa. Luego se sumergió las muestras al agua a temperatura ambiente por 24 horas, se eliminó el exceso de agua de las muestras para que finalmente ser pesados. Los porcentajes de absorción de las muestras se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 10** Absorción de los ladrillos de concreto

| Dosificación (%) | Absorción (%) |
|------------------|---------------|
| 0                | 11.25%        |
| 6 % PET          | 10.13%        |
| 8 % PET          | 9.70%         |
| 10 % PET         | 9.34%         |

Fuente: VH Laboratorio

**Gráfico 1** Absorción de los ladrillos de concreto



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se aprecia que el porcentaje de absorción fue 11.25% en los ladrillos de concreto patrón, sin embargo, a medida que se aumenta el porcentaje de contenido de polietileno tereftalato (PET) en los ladrillos de concreto, el porcentaje de absorción disminuye constantemente hasta alcanzar el valor de 9.34% con un contenido de 10% de polietileno tereftalato (PET). Además, se pone de manifiesto que los ladrillos cumplen con la norma técnica Peruana E.070 ya que el porcentaje de absorción no supera el 12%.

### Variación dimensional de ladrillos de concreto

Para determinar la variación dimensional de los ladrillos de concreto se determinaron la distancia promedio de las 3 diferentes dimensiones de los ladrillos cuyos valores se plasman en la siguiente tabla.

La distancia nominal de largo de ladrillo (L) fue de 24 cm, la altura (H) fue de 9 cm y el ancho (A) fue de 13 cm.

**Tabla 11** Variación dimensional de los ladrillos de concreto

| Dosificación (%) | Lprom | Variación Dimen. | Hprom | Variación Dimen. | Aprom | Variación Dimen. |
|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|
| 0                | 24.18 | -0.73%           | 8.91  | 0.97%            | 13.08 | -0.58%           |
|                  | 24.05 | -0.21%           | 9.10  | -1.11%           | 13.03 | -0.19%           |
|                  | 23.98 | 0.10%            | 9.19  | -2.08%           | 13.15 | -1.15%           |
| 6 % PET          | 24.05 | -0.21%           | 9.06  | -0.69%           | 13.08 | -0.58%           |
|                  | 24.00 | 0.00%            | 9.05  | -0.56%           | 12.95 | 0.38%            |
|                  | 24.03 | -0.10%           | 8.98  | 0.28%            | 13.13 | -0.96%           |
| 8 % PET          | 23.98 | 0.10%            | 9.11  | -1.25%           | 13.20 | -1.54%           |
|                  | 24.10 | -0.42%           | 9.00  | 0.00%            | 13.23 | -1.73%           |
|                  | 24.03 | -0.10%           | 9.18  | -1.94%           | 13.10 | -0.77%           |
| 10 % PET         | 23.90 | 0.42%            | 9.04  | -0.42%           | 13.03 | -0.19%           |
|                  | 24.08 | -0.31%           | 8.95  | 0.56%            | 13.10 | -0.77%           |
|                  | 24.15 | -0.62%           | 9.04  | -0.42%           | 13.05 | -0.38%           |

Fuente: VH Laboratorio

Se rescata de la tabla anterior que la distancia del largo (L) de los ladrillos fluctuó entre 23.90 cm a 24.18 cm, por lo que tuvo una variación dimensional máxima de 0.73% respecto al largo nominal de 24 cm. La altura (H) de los ladrillos fluctuó entre 8.91 cm a 9.19 cm, tuvo una variación dimensional máxima de 2.08% respecto a la altura nominal de 9 cm, el ancho (A) de los ladrillos fluctuó entre 12.95 cm a 13.23 cm, tuvo una variación dimensional máxima de 1.73% respecto al ancho nominal de 13 cm.

En ninguna de las dimensiones de largo se superó por  $\pm 2$ mm a la distancia nominal del largo de los ladrillos, tampoco se superó por  $\pm 4$ mm a la distancia nominal del alto de los ladrillos, de igual manera no se excedió por  $\pm 3$ mm a la distancia nominal del ancho de los ladrillos, cumpliéndose las condiciones para establecer al ladrillo como tipo IV respecto a la variación dimensional.

### Alabeo de ladrillos de concreto

Para determinar el alabeo de los ladrillos de concreto se colocó las muestras sobre una mesa plana con el fin de introducir una cuña plana metálica que tiene gradación en milímetros, el lugar donde se introdujo la cuña fue en la zona más alabeada del ladrillo. Los valores alcanzados se plasman en la siguiente tabla.

**Tabla 12** Alabeo de los ladrillos de concreto

| Dosificación (%) | Alabeo cara superior mm | Alabeo cara inferior mm |
|------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0                | 1.58                    | 2.17                    |
| 6 % PET          | 1.25                    | 1.17                    |
| 8 % PET          | 0.42                    | 1.08                    |
| 10 % PET         | 1.58                    | 0.83                    |

Fuente: VH Laboratorio

El menor valor de alabeo de los ladrillos fue 0.42 mm. mientras que el valor máximo fue de 2.17 mm. Los valores no superan los 4mm lo que permite clasificar a los ladrillos como clase IV respecto a alabeo.

### Resistencia a la compresión de unidad de albañilería

Previamente al ensayo de compresión de tomaron las medidas de los ladrillos para determinar el área bruta del ladrillo, los datos de medidas, y resistencia se plasman en la siguiente tabla.

**Tabla 13** Resistencia a la compresión de unidad de albañilería

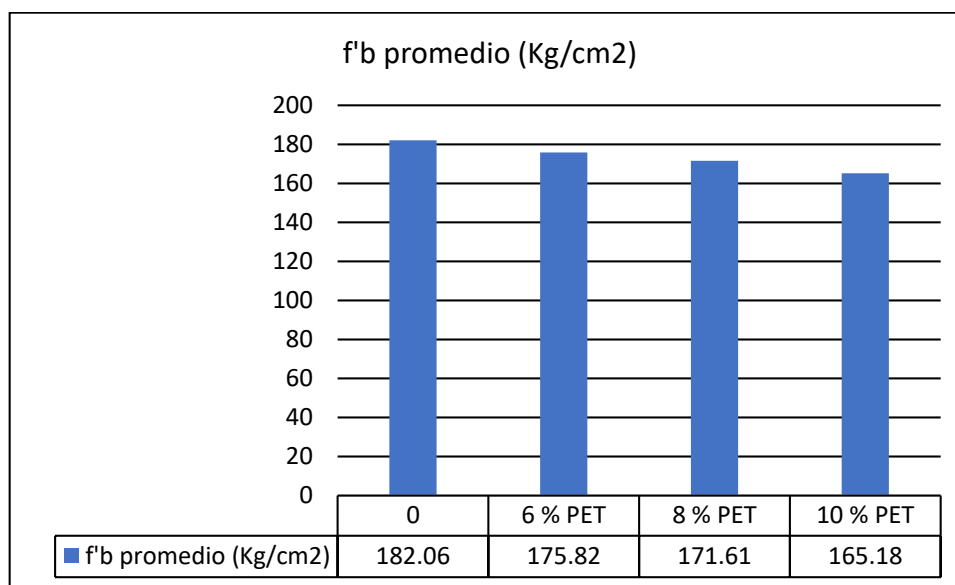
| Dosificación (%) | Curado  | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'b Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------|------------|------------|-------------------------|------------|---|------------------------------------|
| 0                | 28 Días | 24.03      | 13.15      | 315.99                  | 57520.00   | 182.03  | 182.06                             |
|                  |         | 23.98      | 13.08      | 313.66                  | 57105.00   | 182.06  |                                    |
|                  |         | 24.10      | 12.95      | 312.10                  | 56829.00   | 182.09  |                                    |
| 6 % PET          | 28 Días | 24.03      | 13.13      | 315.51                  | 55141.50   | 174.77  | 175.82                             |
|                  |         | 24.18      | 13.08      | 316.27                  | 55600.00   | 175.80  |                                    |
|                  |         | 24.05      | 13.03      | 313.37                  | 55435.50   | 176.90  |                                    |
| 8 % PET          | 28 Días | 23.98      | 13.20      | 316.54                  | 54169.50   | 171.13  | 171.61                             |
|                  |         | 24.05      | 13.23      | 318.18                  | 54377.00   | 170.90  |                                    |
|                  |         | 24.00      | 13.10      | 314.40                  | 54328.00   | 172.80  |                                    |
| 10 % PET         | 28 Días | 23.90      | 13.03      | 311.42                  | 51593.00   | 165.67  | 165.18                             |
|                  |         | 24.08      | 13.10      | 315.45                  | 52478.00   | 166.36  |                                    |
|                  |         | 24.15      | 13.05      | 315.16                  | 51529.00   | 163.50  |                                    |

Fuente: VH Laboratorio



En la tabla anterior se indica que el valor promedio de resistencia de unidad de albañilería patrón fue de 182.06 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor promedio de resistencia de unidad de albañilería se reduce a 175.82 Kg/cm<sup>2</sup>, 171.61 Kg/cm<sup>2</sup> y 165.18 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 6%, 8% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) en los ladrillos respectivamente.

**Gráfico 2** Resistencia promedio a la compresión de unidad de albañilería



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se muestran que la resistencia de ladrillo redujo constantemente a medida que se aumenta el porcentaje de adición de fibras de polietileno tereftalato (PET), desde 182.06 Kg/cm<sup>2</sup> con los ladrillos de concreto patrón hasta 165.18 Kg/cm<sup>2</sup> con los ladrillos de concreto adicionado 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET).

### Resistencia a la compresión de pila de albañilería

Para determinar la resistencia a la compresión de pilas de albañilería se tomaron las medidas de las pilas con el fin de conocer el área bruta del ladrillo, la altura y la esbeltez; los datos de medidas, y resistencia se plasman en las siguientes tablas. El ensayo de compresión se realizó 21 días después de conformar la pila como lo establece la Norma E 070.

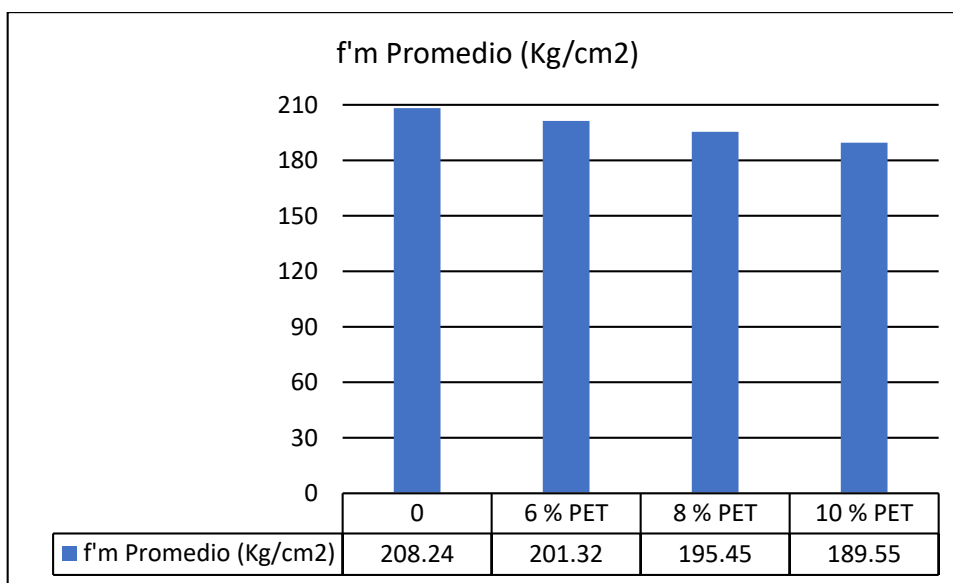
**Tabla 14** Resistencia a la compresión las pilas de albañilería

| Dosificación (%) | N° pila | Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Ancho (cm) | Alto (cm) | Esbeltez | Factor de corrección | Resistencia a la compresión corregido (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'm Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------|---|------------|-----------|----------|----------------------|---|------------------------------------|
| 0                | 1       | 272.49  | 13.15      | 29.50     | 2.24     | 0.764                | 208.18  | 208.24                             |
|                  | 2       | 271.02  | 13.08      | 29.40     | 2.25     | 0.765                | 207.33  |                                    |
|                  | 3       | 273.13  | 12.95      | 29.30     | 2.26     | 0.766                | 209.22  |                                    |
| 6 % PET          | 4       | 262.11  | 13.13      | 29.20     | 2.22     | 0.761                | 199.47  | 201.32                             |
|                  | 5       | 263.71  | 13.08      | 29.40     | 2.25     | 0.765                | 201.74  |                                    |
|                  | 6       | 264.70  | 13.03      | 29.50     | 2.26     | 0.766                | 202.76  |                                    |
| 8 % PET          | 7       | 256.51  | 13.20      | 29.40     | 2.23     | 0.762                | 195.46  | 195.45                             |
|                  | 8       | 256.48  | 13.23      | 29.20     | 2.21     | 0.759                | 194.67  |                                    |
|                  | 9       | 258.87  | 13.10      | 29.40     | 2.24     | 0.758                | 196.22  |                                    |
| 10 % PET         | 10      | 247.91  | 13.03      | 29.40     | 2.26     | 0.766                | 189.90  | 189.55                             |
|                  | 11      | 249.81  | 13.10      | 29.50     | 2.25     | 0.765                | 191.11  |                                    |
|                  | 12      | 245.28  | 13.05      | 29.30     | 2.25     | 0.765                | 187.64  |                                    |

Fuente: VH Laboratorio

De la tabla anterior se rescata que las esbelteces de las pilas oscilan entre 2.21 y 2.26, por lo que el factor de corrección también osciló entre 0.758 a 0.766, de tal modo que el f'm promedio de resistencia a la compresión de las pilas de ladrillos patrones fue de 208.24 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los valores de resistencia de las pilas de ladrillos con adición de 6%, 8% y 10% fue de 201.32 Kg/cm<sup>2</sup>, 195.45 Kg/cm<sup>2</sup> y 189.55 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente

**Gráfico 3** Resistencia a la compresión las pilas de albañilería



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior muestra que hay una reducción constante de la resistencia a la compresión de las pilas de ladrillo a medida que se aumenta el porcentaje de adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en los ladrillos de concreto; desde 208.24 Kg/cm<sup>2</sup> con el concreto patrón, hasta 189.55 Kg/cm<sup>2</sup> con los ladrillos de concreto con adición de 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET).

## V. DISCUSIÓN

Respecto al **primer objetivo específico**, determinar las características tienen los agregados a utilizar, se coincide con el estudio de Echeverría (2017) debido a que en la actual investigación también se usó confitillo con tamaño máximo nominal de 3/8", además que las magnitudes de los pesos específicos y módulos de fineza de ambos estudios tuvieron valores similares en el agregados fino y grueso. Sin embargo, se aprecia una diferencia en los valores de porcentaje de absorción del agregado fino del autor Echeverría (2017), ya que fue de 1.35%, mientras que el valor del presente estudio fue de 5.19%. Adicionalmente, hubo diferencia con el agregado grueso debido a que en el estudio del autor Echeverría (2017) el porcentaje de absorción fue de 1.25% mientras que en la presente investigación fue de 0.9%. De igual modo se encuentra diferencia en el contenido de humedad de los agregados, debido a que los agregados varían constantemente el contenido de agua en ellas.

Respecto al **segundo objetivo específico**, determinar el diseño de mezcla patrón para ladrillo de concreto, en el presente estudio se realizó un diseño de mezcla mediante el método ACI para un ladrillo  $f'c=130 \text{ kg/cm}^2$  mientras que el estudio de Meza A., Pujadas, Meza L., Bosch y Carreño (2021) realiza un diseño de mayor resistencia de  $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$  influenciando en la incidencia de cemento y agregados, sin embargo, en el estudio de Daud, Ali y Marsi (2021) la resistencia con la cual se diseñó es menor con una magnitud de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

Respecto al **tercer objetivo específico**, determinar el diseño de mezcla para los ladrillos de concreto  $f'c=130 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibras de polietileno tereftalato (PET), se aprecia ciertas diferencias con los autores respecto al porcentaje de adición de fibras de polietileno tereftalato (PET), mientras que en el presente estudio se adicionó 6%, 8% y 10, el autor Echeverría (2017) adicionó 3%, 6% y 9%. La diferencia es mayor con el estudio realizado por Daud, Ali y Marsi (2021) ya que realiza una adición de 20%, 40%, 60% y 80%.

Concerniente al **cuarto objetivo específico**, determinar el efecto de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en 6%, 8% y 10%, en el comportamiento físico y mecánico de los ladrillos de concreto  $f'_{b}=130 \text{ kg/cm}^2$ , la caracterización física de los ladrillos de concreto, se tiene una cierta similitud con Aliaga (2017) debido a que los ladrillos investigados en su estudio tuvieron un alabeo en la cara superior e inferior cercano al 3mm, mientras que en el presente estudio el alabeo fluctúa entre 1.08 mm y 2.017mm, sin embargo, se tiene mayor semejanza con el autor Echeverría (2017), puesto que el alabeo de sus ladrillos oscilaba entre 1.47mm y 2.06mm. Por otro lado, la absorción de los ladrillos de la presente disminuía de 11.25% del ladrillo patrón a 10.13%, 9.70% y 9.34% por a la adición de 6%, 8% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) respectivamente, sin embargo, en el estudio de Echeverría (2017) se determinó que la absorción de su ladrillo aumenta de 7.10%, en la muestra patrón, a 9.05%, 9.52% y 10.83% por la adición de 3%, 6% y 9% de las fibras de polietileno tereftalato (PET), por lo que discrepa con los resultados del último autor mencionado. Se aprecia además una amplia diferencia en la magnitud del porcentaje de absorción a comparación de los ladrillos del autor Aliaga (2017) con las del presente estudio, porque triplica de 4% a casi 12%.

En el estudio de Echeverría (2017) su ladrillo de concreto patrón tuvo una resistencia como unidad de albañilería de  $161.96 \text{ Kg/cm}^2$ , sin embargo la resistencia disminuye hasta  $127.08 \text{ Kg/cm}^2$  por poseer 3% de fibras de polietileno tereftalato (PET), lo que indica una disminución de 22% de resistencia respecto al ladrillo patrón, consecuentemente la incorporación de 6% de fibras de polietileno tereftalato reduce la resistencia de los ladrillos de concreto a  $118.80 \text{ Kg/cm}^2$  que representa un reducción de 27% de resistencia, de igual manera la incorporación de 9% de fibras de polietileno tereftalato (PET) disminuyó la resistencia 32% respecto al ladrillo patrón, por tener una resistencia de  $165.18 \text{ Kg/cm}^2$ . Mientras que en el presente estudio se halló que el ladrillo de concreto patrón tuvo una resistencia como unidad de albañilería de  $182.06 \text{ Kg/cm}^2$ , sin embargo la resistencia disminuye hasta  $175.82 \text{ Kg/cm}^2$  por la incorporación de 6% de fibras de polietileno tereftalato lo que indica una reducción de 3% de resistencia referente al ladrillo patrón, consecuentemente la incorporación de 8% de fibras de polietileno tereftalato reduce la resistencia de los ladrillos de concreto a  $171.61 \text{ Kg/cm}^2$  que representa un

reducción de 6% de resistencia, de igual manera la incorporación de 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) disminuyó la resistencia 9% respecto al ladrillo patrón, por tener una resistencia de 165.18 Kg/cm<sup>2</sup>. Se concuerda con el autor Echeverría (2017) con la reducción de resistencia de los ladrillos de concreto por la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET), sin embargo, la magnitud de reducción es ampliamente superada por el estudio de Echeverría (2017) comparada a la presente, debido a que se reduce 7 veces porcentualmente la resistencia respecto al actual estudio.

Se tiene una misma comparación con los autores Daud, Ali y Marsi (2021), ya que en su estudio determinaron que el concreto con 20% de fibras de polietileno tereftalato (PET) obtuvo 38.45 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, sin embargo, la resistencia disminuye hasta 37.42 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 40% de fibras de polietileno tereftalato, lo que indica una disminución de 3% de resistencia respecto al concreto con 20% de fibras. Consecuentemente la adición de 60% de fibras de polietileno tereftalato (PET) reduce la resistencia del concreto a 37.02 Kg/cm<sup>2</sup> que representa un reducción de 4% de resistencia, de igual manera, con la adición de 80% de fibras de polietileno tereftalato (PET) disminuyó la resistencia 10% respecto al concreto con 20% de fibras de polietileno tereftalato (PET) por tener una resistencia de 34.77 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que los autores determinaron que un gran porcentaje de adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) tuvo una reducción diminuta en la resistencia a la compresión, a comparación de la presente investigación que con menor porcentaje de adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) se tuvo un impacto similar en la resistencia a la compresión.

Sin embargo, en el estudio de Meza A., Pujadas, Meza L., Bosch y Carreño (2021) obtuvieron en el concreto con la adición de 2% de fibras de polietileno tereftalato (PET) una resistencia de unidad de albañilería de 305.91 Kg/cm<sup>2</sup>, pero la adición de 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET) redujo la resistencia de los ladrillos de concreto a 295.72 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un reducción de 3% de resistencia, de igual manera la adición de 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) disminuyó la resistencia 7% respecto al ladrillo con adición de 2% de fibras de polietileno tereftalato (PET), por tener una resistencia de 285.52 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que

se concuerda con los autores debido a que se coincide con la reducción de resistencia al aumento de fibras de polietileno tereftalato (PET), además de concordar con porcentajes de reducción ante el aumento de las fibras.

Por otro lado, en el estudio de Echeverría (2017) determinó que la resistencia a la compresión de las pilas de ladrillos patrón fue de 128.55 Kg/cm<sup>2</sup>, el valor se redujo a 100.83 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 3% de fibras de polietileno tereftalato (PET), lo que representa una reducción de resistencia de 22%. Además, las pilas de ladrillo con adición de 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET) tuvieron una resistencia a la compresión de 79.79 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una reducción de 38%, de igual manera la adición de 9% de fibras de polietileno tereftalato (PET) redujo la resistencia de las pilas de ladrillo por 32% respecto a las pilas de ladrillo patrón, lo que indica que tuvo una resistencia de 76.75 Kg/cm<sup>2</sup>. Se coincide con el autor ya que en el presente estudio las fibras de polietileno tereftalato (PET) tienen un impacto negativo en la resistencia de las pilas de concreto, sin embargo, a menor escala debido a que en el presente estudio las pilas de ladrillo de concreto patrón tuvo una resistencia de 208.24 Kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo la resistencia disminuye hasta 201.32 Kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET) por lo que representa una reducción de 3% de resistencia respecto a la pilas de ladrillo patrón, además, la adición de 8% de fibras de polietileno tereftalato (PET) reduce la resistencia de las pilas de ladrillos de concreto a 195.45 Kg/cm<sup>2</sup> que representa un reducción de 6% de resistencia, de igual manera la adición de 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) disminuyó la resistencia de las pilas a 9% respecto a las pilas de ladrillo patrón, por tener una resistencia de 189.55 Kg/cm<sup>2</sup>.

## VI. CONCLUSIONES

1. El agregado grueso tuvo 0.6% de contenido de humedad, el tamaño máximo nominal fue de 3/8", el peso unitario suelto fue de 1630.00 kg/m<sup>3</sup>, 1813.00 kg/m<sup>3</sup> fue el peso unitario compactado de, absorción de 0.90% y peso específico de 2.654 gr/cm<sup>3</sup>: El agregado fino tuvo 3.55% de contenido de humedad, 2.77 de módulo de fineza, peso unitario suelto fue de 1495.00 kg/m<sup>3</sup> y el peso unitario compactado de 1784.00 kg/m<sup>3</sup>, 2.646 gr/cm<sup>3</sup> fue el peso específico y tuvo 5.19% de absorción. Adicionalmente se determinó que el módulo de fineza del agregado fino para el mortero es de 2.01.
2. Para 1 m<sup>3</sup> de concreto con los agregados estudiados se necesita de 376.24 Kg de cemento, 807.00 Kg de agregado fino, 839.42 kg de agregado grueso y 228 lt. de agua. Adicionalmente, en concordancia con la norma E 070 se determinó que la dosificación de cemento Arena fue de C:A 1:4 en volumen.
3. Para 1 m<sup>3</sup> de concreto con adición de 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET) se requiere de 353.66 Kg de cemento, 758.58 Kg de agregado fino, 789.05 Kg de agregado grueso, 214.32 lt de agua y 82.80 Kg de fibras de polietileno tereftalato (PET). Además, para 1 m<sup>3</sup> de concreto con sustitución de con adición de 8% de fibras de polietileno tereftalato (PET) se requiere de 346.14 Kg de cemento, 742.44 Kg de agregado fino, 772.27 Kg de agregado grueso, 209.76 lt de agua y 110.40 Kg de fibras de polietileno tereftalato (PET). Para 1 m<sup>3</sup> de concreto con adición de 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) se requiere de 338.61 Kg de cemento, 726.30 Kg de agregado fino, 755.48 Kg de agregado grueso, 138.00 lt de agua y 138.00 Kg de fibras de polietileno tereftalato (PET).
4. Se determinó que el porcentaje de absorción de los ladrillos de concreto patrón fue de 11.25%, este valor disminuye a 10.13%, 9.70% y 9.34% por la adición de 6%, 8% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) respectivamente, además se determinó que la variación dimensional de los ladrillos de concreto patrón y agregados con fibras de polietileno tereftalato (PET) no supera el valor de por  $\pm 2\text{mm}$  a la distancia nominal del largo,  $\pm$



4mm a la distancia nominal del alto de los ladrillos, ni  $\pm 3$ mm a la distancia nominal del ancho de los ladrillos, por lo que se le considera como Tipo IV respecto a la variación dimensional. Por otro lado, los ladrillos de concreto no excedente el valor de 4mm en su alabeo, siendo el máximo valor de 2.17mm, por lo que se le clasifica como Tipo IV respecto al alabeo

La resistencia a la compresión de unidad de albañilería del concreto patrón fue de 182.06 kg/cm<sup>2</sup>, y disminuyó a 175.82 kg/cm<sup>2</sup>, 171.61 kg/cm<sup>2</sup> y 165.18 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 6%, 8% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) respectivamente. Por otro lado, la resistencia a la compresión de pilas de albañilería de los ladrillos patrón fue de 208.24 kg/cm<sup>2</sup>, y redujo la magnitud a 201.32 kg/cm<sup>2</sup>, 195.45 kg/cm<sup>2</sup> y 189.55 kg/cm<sup>2</sup> por la adición de 6%, 8% y 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET) respectivamente. Por lo que por las propiedades físicas y mecánicas al ladrillo se le clasifica como Tipo IV.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Dado los resultados al impacto de la incorporación de las fibras de polietileno tereftalato (PET) a de las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto, se recomienda aplicar su uso como ladrillo tipo IV por cumplir las propiedades indicadas en la norma E070 de albañilería.
- Se determinó una discrepancia con los antecedentes en el impacto de la absorción de los ladrillos de concreto por la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET), por lo que se recomienda indagar más en el tema.

## VIII. REFERENCIAS

1. A brief review: application of recycled polyethylene terephthalate in asphalt pavement reinforcement por Zair [et al]. Sustainability [en línea]. 27 de enero de 2021, volumen 13. [fecha de consulta: 21 de febrero 2022].  
Disponible en <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1303>  
ISSN: 2071-1050
2. AL-YASIRI, Qudama, SZABÓ, Márta. Thermal performance of concrete bricks based phase change material encapsulated by various aluminium containers: An experimental study under Iraqi hot climate conditions. Journal of Energy Storage [en línea]. 26 de mayo de 2021, volumen 40. [fecha de consulta: 16 de febrero 2022].  
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X2100445X>  
ISSN: 2352-152X
3. ASSAAD, Joseph, KHATIB, Jamal M, GHANEM, Rawan. Bond to Bar Reinforcement of PET-Modified Concrete Containing Natural or Recycled Coarse Aggregates. Environments. [en línea]. 06 de enero de 2022, volumen 9, n. ° 1. [fecha de consulta: 16 de febrero 2022].  
Disponible en <https://www.mdpi.com/2076-3298/9/1/8>  
ISSN: 2076-3298
4. ALIAGA, Victor. Ladrillos de concreto con plástico pet reciclado. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú 2017.
5. BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación [en línea]. 3.a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].  
Disponible en [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_d\\_e\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_d_e_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

6. BEHIND the Manufacturing of Industrial Clay Bricks: Drying Stage Predictions Using CFD por Santos [et al]. Advances in Materials Science and Engineering [en línea]. 01 de marzo de 2022, volumen 2022. [fecha de consulta: 10 de marzo 2022].  
Disponibile en <https://www.hindawi.com/journals/amse/2022/5530362/>  
ISSN: 1687-8434
7. BIOACTIVE Synthetic Polymers por Jung [et al]. Advanced Materials [en línea]. 05 de octubre de 2021, volumen 34, n. ° 2. [fecha de consulta: 20 de marzo 2022].  
Disponibile en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.202105063>  
ISSN: 1521-4095
8. BIOTECHNOLOGICAL Aspects and Mathematical Modeling of the Biodegradation of Plastics under Controlled Conditions por Moreno [et al]. Polymers [en línea]. 18 de enero de 2022, volumen 14, n. ° 3. [fecha de consulta: 20 de marzo 2022].  
Disponibile en <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/3/375>  
ISSN: 2073-4360
9. CALLISTER, William, RETHWISCH, David; Ciencia e ingeniería de materiales [en línea]. 9.a ed. USA: Editorial Reverté, S.A., 2019 [fecha de consulta: 03 de agosto de 2022].  
Disponibile en <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WYfyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=libro+de+ingenieria+de+materiales&ots=fMrlIgYToB&sig=PNZL7cP86Km29wr7Hn4vgsQ9FIU#v=onepage&q&f=false>  
ISBN: 9788429195491
10. COHEN, Néstor y GÓMEZ, Gabriela. Metodología de la Investigación, ¿Para qué? [en línea]. 1.a ed. Buenos Aires: Editorial Teseo, 2019 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en  
[http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia\\_para\\_que.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf)  
ISBN: 9789877231908

- 11.** DAUD, Syed, ALI, Roslinda, MARSI, Noraini, A Study on Development of A Concrete Brick Using Plastic PET Bottles as Fine Aggregates Using Solidworks Software. Progress in Engineering Application and Technology [en línea]. 01 de diciembre de 2021, volumen 2, n. ° 2. [fecha de consulta: 17 de diciembre de 2021].

Disponible en  
<https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/peat/article/view/908>  
ISSN: 2773-5303

- 12.** DAWOOD, Abbas, AL-KHAZRAJI, Hayder, FALIH, Raad. Physical and mechanical properties of concrete containing PET wastes as a partial replacement for fine aggregates. Case Studies in Construction Materials [en línea]. 17 de diciembre de 2020, volumen 14. [fecha de consulta: 16 de febrero 2022].

Disponible en  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520301546>  
ISSN: 2214-5095

- 13.** DAWOOD, Eethar, MAHMOOD, Marwa. Production of Sustainable concrete brick units using Nano-silica. Case Studies in Construction Materials [en línea]. 15 de enero de 2021, volumen 14. [fecha de consulta: 16 de febrero 2022].

Disponible en  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521000139>  
ISSN: 2214-5095

- 14.** DIARIO Peru21. 2016. Disponible en: <https://peru21.pe/economia/peru-produce-1-200-toneladas-botellas-plasticas-recicladas-mes-233548-noticia/>

- 15.** DISSANAYAKE, Lakshika, JAYAKODY, Lahiru. Engineering microbes to bio-upcycle Polyethylene Terephthalate. *Frontiers in bioengineering and biotechnology* [en línea]. 28 de mayo de 2021, volumen 9. [fecha de consulta: 21 de febrero 2022].  
Disponibile en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8193722/>  
ISSN: 2296-4185
- 16.** E.070, 2019. Norma Técnica de Albañilería. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>
- 17.** ECHEVERRÍA, Evelyn. Evaluación técnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillo de concreto compuesto en la construcción. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú 2018.
- 18.** EFFECT of Sand Gradient Variation on Properties of CLC Concrete Mansory Brick por Sutandar [et al]. *The International Journal of Engineering and Science* [en línea]. 14 de marzo de 2021, volumen 10, n. ° 3. [fecha de consulta: 17 de febrero 2022].  
Disponibile en <https://www.theijes.com/papers/vol10-issue3/2/C1003021321.pdf>  
ISSN: 2319-1813
- 19.** ELECTROCATALYTIC upcycling of polyethylene terephthalate to commodity chemicals and H2 fuel por Zhou [et al]. *Nature communications* [en línea]. 17 de agosto de 2021, volumen 12, n. ° 1. [fecha de consulta: 21 de febrero 2022].  
Disponibile en <https://www.nature.com/articles/s41467-021-25048-x>  
ISSN: 2041-1723

- 20.** EMPIRICAL vulnerability curves for Italian masonry buildings: evolution of vulnerability model from the DPM to curves as a function of acceleration por Zuccaro [et al]. Bulletin of Earthquake [en línea]. 14 de octubre de 2020, volumen 19, n. ° 8. [fecha de consulta: 22 de febrero 2022].  
Disponibile en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10518-020-00954-5>  
ISSN: 1573-1456
- 21.** ENZYMATIC degradation of polyethylene terephthalate nanoplastics analyzed in real time by isothermal titration calorimetry por Vogel [et al]. Science of the Total Environment [en línea]. 03 de febrero de 2021, volumen 773. [fecha de consulta: 21 de febrero 2022].  
Disponibile \_\_\_\_\_ en  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721001777>  
ISSN: 0048-9697
- 22.** FABRICATION of thermal insulation geopolymer bricks using ferrosilicon slag and alumina waste por Ahmed [et al]. Case Studies in Construction Materials [en línea]. 11 de octubre de 2021, volumen 13. [fecha de consulta: 22 de febrero 2022].  
Disponibile \_\_\_\_\_ en  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521002527>  
ISSN: 2214-5095
- 23.** HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar; Metodología de la Investigación [en línea]. 6.a ed. México: Mc Graw Hill, 2014 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].  
Disponibile \_\_\_\_\_ en  
[https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)  
ISBN: 9781456223960
- 24.** IMPACT of municipal solid waste incineration bottom ash on the properties and frost resistance of clay bricks por Kizinievic [et al]. Journal of Material

Cycles and Waste Management [en línea]. 2022, volumen 4, n. ° 1. [fecha de consulta: 10 de marzo 2022].

Disponible en <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10163-021-01314-4.pdf>

ISSN: 1611-8227

- 25.** INVESTIGATION of the mortars and clay bricks of a luso-brazilian historic structure from XVIII century: The Nosso Senhor do Bonfim Church por Oliveira [et al]. Journal of Building Engineering [en línea]. 13 de noviembre de 2021, volumen 45. [fecha de consulta: 10 de marzo 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221014509>

ISSN: 2352-7102

- 26.** METALLAPHOTOREDOX aryl and alkyl radiomethylation for PET ligand discovery por Pipal [et al]. Nature [en línea]. 25 de noviembre de 2020, volumen 589, n. ° 7843. [fecha de consulta: 23 de febrero 2021].

Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41586-020-3015-0>

ISSN: 1476-4687

- 27.** MECHANICAL optimization of concrete with recycled PET fibres based on a statistical-experimental study por Meza A. [et al]. Materials [en línea]. 6 de enero de 2021, volumen 14, n. ° 2. [fecha de consulta: 17 de diciembre 2021].

Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/2/240>

ISSN: 1996-1944

- 28.** NTP 399.613, 2005. Norma Técnica Peruana unidades de albañilería. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-de-piura/materiales-de-construccion/ntp-399613-2005-disfruta/13633398>

- 29.** NTP 399.604, 2002. Norma Técnica Peruana unidades de albañilería. Disponible en: [https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002\\_59efca8908bbc537369d180e\\_pdf](https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf)



- 30.** NIÑO. Víctor. Metodología de la Investigación [en línea]. 1.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2022].  
Disponible en [https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_DISENO\\_Y\\_EJECUCION](https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_DISENO_Y_EJECUCION)  
ISBN: 9789588675947
- 31.** NURZAL, PERDANA, Mastaryanto, PUTERA, Heru. The effect of fly ash composition and drying time concrete brick in density test. MATEC Web of Conferences. [en línea]. 16 de octubre de 2018, volumen 215. [fecha de consulta: 17 de febrero 2022].  
Disponible en [https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/74/mateconf\\_ictis2018\\_01029/mateconf\\_ictis2018\\_01029.html](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/74/mateconf_ictis2018_01029/mateconf_ictis2018_01029.html)  
ISSN: 2261-236X
- 32.** OPTIMIZATION of bio-foamed concrete brick strength via bacteria based self-healing and bio-sequestration of co2 por Alshalif [et al]. Materials [en línea]. 14 de agosto de 2021, volumen 14, n. ° 16. [fecha de consulta: 16 de febrero 2022].  
Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/16/4575>  
ISSN: 1996-1944
- 33.** PERFORMANCE of Partially Replaced Plastic Bottles (PET) as Coarse Aggregate in Producing Green Concrete por Haque [et al]. Journal of Brilliant Engineering [en línea]. 2021, volumen 4. [fecha de consulta: 23 de febrero 2022].  
Disponible en [https://www.acapublishing.com/dosyalar/baski/BEN\\_2021\\_306.pdf](https://www.acapublishing.com/dosyalar/baski/BEN_2021_306.pdf)  
ISSN: 2687-5195

- 34.** PIRILLO, Valentina, POLLEGIONI, Loredano, MOLLA, Gianluca. Analytical methods for the investigation of enzyme-catalyzed degradation of polyethylene terephthalate. *The FEBS Journal*. [en línea]. 29 de marzo de 2021, volumen 288, n. ° 16. [fecha de consulta: 21 de febrero 2022].  
Disponible en <https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/febs.15850>  
ISSN: 1742-4658
- 35.** POSSIBLE recycling of waste glass in sustainable fired clay bricks: A review por Xin [et al]. *GEOMATE Journal* [en línea]. 05 de enero de 2021, volumen 20, n. ° 78. [fecha de consulta: 22 de febrero 2021].  
Disponible en <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/125>  
ISSN: 2186-2990
- 36.** RECYCLE coach, 2021. Disponible <https://recyclecoach.com/resources/7-revealing-plastic-waste-statistics-2021/>
- 37.** SABALE, Vidya, GADGE, Gunjan. Factorial design approach to fabricate and optimize floating tablets based on combination of natural polymer and rice bran wax. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* [en línea]. 06 de enero de 2022, volumen 11, n. ° 3. [fecha de consulta: 20 de marzo 2022].  
Disponible en <https://bjbas.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s43088-021-00186-9.pdf>  
ISSN: 2314-8543
- 38.** SANGA, Reuben, KILUMILE, Menard, MOHAMED, Fatma. Alternative Clay Bricks Inspired From Termite Mound Biomimicry. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. 23 de febrero de 2022, volumen 16. [fecha de consulta: 10 de marzo 2022].  
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522001097>  
ISSN: 2214-5095

- 39.** SUGAR Based Polymers with Stereochemistry-Dependent Degradability and Mechanical Properties por Connor [et al]. Journal of the American Chemical Society [en línea]. 14 de enero de 2022. [fecha de consulta: 20 de marzo 2022].  
Disponible en <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jacs.1c10278>  
ISSN: 1520-5126
- 40.** TOWARDS bio-upcycling of polyethylene terephthalate.por Tiso [et al]. Metabolic engineering [en línea]. 16 de abril de 2021, volumen 16. [fecha de consulta: 21 de febrero 2022].  
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096717621000471>  
ISSN: 1096-7176

## ANEXOS

### Anexo 1 Matriz de consistencia

| Problema principal  | Objetivo principal  | Hipótesis  | Metodología   |
|---|---|--|---|
| ¿ Influencia física y mecánica de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) para la elaboración de ladrillos de concreto?   | Determinar la Influencia física y mecánica de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) para la elaboración de ladrillos de concreto.   | Habría una influencia favorable en la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en ladrillos de concreto. | Tipo: Aplicada.<br>Diseño: Experimental<br><br>Población y muestra: 24 ladrillos de concreto y 12 pilas de 3 hiladas de ladrillo.<br><br>Muestreo: No probabilístico. |
| Problema específico   | Objetivo específico   |  |   |
| ¿Qué características tienen los agregados a utilizar?   | Determinar las características tienen los agregados a utilizar.   |  |   |
| ¿Cuál es el diseño de mezcla patrón para ladrillo de concreto $f'_{b}=130$ kg/cm <sup>2</sup> ?   | Determinar el diseño de mezcla patrón para ladrillo de concreto $f'_{b}=130$ kg/cm <sup>2</sup> .   |  |   |
| ¿Cuál es el diseño de mezcla para los ladrillos de concreto $f'_{b}=130$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) al 6%, 8% y 10%?                                 | Determinar el diseño de mezcla para los ladrillos de concreto $f'_{b}=130$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) al 6%, 8% y 10%,                                 |  |   |
| ¿Cuál es el efecto de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en 6%, 8% y 10%, en el comportamiento físico y mecánico de los ladrillos de concreto $f'_{b}=130$ kg/ cm <sup>2</sup> ? | Determinar el efecto de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en 6%, 8% y 10%, en el comportamiento físico y mecánico de los ladrillos de concreto $f'_{b}=130$ kg/ cm <sup>2</sup> . |  |   |

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 2** Operacionalización de variables

| <b>Variables de estudio</b>   | <b>Definición conceptual</b>  | <b>Definición operacional</b>                                       | <b>Dimensiones</b>           | <b>Indicador</b>                                   | <b>Escala de medición</b> |
|---|---|---|------------------------------|--|---------------------------|
| <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Fibras PET</p>   | <p>Según Pipal et al (2020) el polietileno tereftalato (PET) es un plástico derivado del petróleo: los monómeros utilizados, etilenglicol y ácido tereftálico, proceden de la transformación del petróleo. (p.542).</p>   | <p>Será definió a través de su masa</p>                             | <p>Masa de fibras PET</p>    | <p>Porcentaje respecto a la masa de la mezcla.</p> | <p>Razón</p>              |
| <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto</p> | <p>Callister y Rethwisch (2019) definieron que el comportamiento mecánico de un material expresa el enlace entre la fuerza aplicada y su respuesta de ella (p. 209). Adicionalmente Callister y Rethwisch (2019) indicaron que la propiedad física es aquella que, sin cambiar la composición química de la materia, se pueden medir. Estas propiedades se pueden utilizar para describir la apariencia y las dimensiones de la materia (p. 330).</p> | <p>Se definirá a través de las propiedades físicas y mecánicas.</p> | <p>Propiedades físicas</p>   | <p>Variación dimensional</p>                       | <p>Razón</p>              |
|   |   |   |                              | <p>Alabeo</p>                                      | <p>Razón</p>              |
|   |   |   |                              | <p>Absorción</p>                                   | <p>Razón</p>              |
|   |   |   | <p>Propiedades Mecánicas</p> | <p>Resistencia a la compresión axial de pilas</p>  | <p>Razón</p>              |
| <p>Resistencia a la compresión de unidad de albañilería.</p>  | <p>Razón</p>  |   |                              |  |                           |

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3** Ficha de recolección de datos del análisis granulométrico de los agregados



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C136, NTP 400.037)**

**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"

**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary

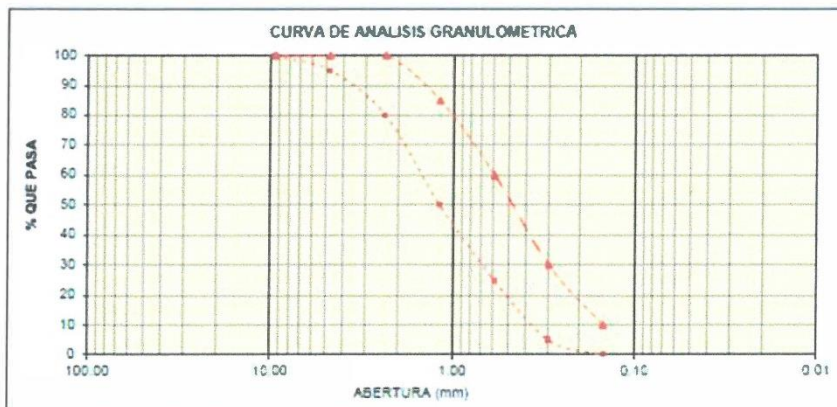
**UBICACIÓN:** Departamento de Áncash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**CANTERA:**

**MATERIAL:** Agregado

**FECHA:**

| TAMIZ N°          | ABERTURA DEL TAMIZ (mm) | RETENIDO EN EL TAMIZ |           |             | PASA POR EL TAMIZ |   | % QUE PASA      |     |
|-------------------|-------------------------|----------------------|-----------|-------------|-------------------|---|-----------------|-----|
|                   |                         | GRAMOS               | % PARCIAL | % ACUMULADO | GRAMOS            | % | NORMA ASTM C-33 |     |
| 3/8"              | 9.500                   |                      |           |             |                   |   | 100             | 100 |
| N° 4              | 4.750                   |                      |           |             |                   |   | 95              | 100 |
| N° 8              | 2.360                   |                      |           |             |                   |   | 80              | 100 |
| N° 16             | 1.180                   |                      |           |             |                   |   | 50              | 85  |
| N° 30             | 0.590                   |                      |           |             |                   |   | 25              | 60  |
| N° 50             | 0.297                   |                      |           |             |                   |   | 5               | 30  |
| N° 100            | 0.149                   |                      |           |             |                   |   | 0               | 10  |
| Cazoleta          |                         |                      |           |             |                   |   |                 |     |
| Peso total + Caz. |                         |                      |           |             |                   |   |                 |     |
|                   |                         |                      |           |             |                   |   | M.F=            |     |



  
**ELENCIO MELCHOR MEJÍA ONCOY**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 53236

  
**MSc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva**  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
**LUDWIG DAVID SALAZAR SÁNCHEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 72674

**Anexo 4** Ficha de recolección de datos de peso específico y absorción de los agregados



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (ASTM C128, NTP 400.022)**

**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"

**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary

**UBICACIÓN:** Departamento de Ancash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**CANTERA:**

**MATERIAL:** Agregado

**FECHA:**

**I. DATOS**

| N° | DESCRIPCIÓN                                | UND | M-1 | M-2 | PROMEDIO |
|----|--|-----|-----|-----|----------|
| 1  | Peso de la arena sss + Recipiente + Agua   | g   |     |     |          |
| 2  | Peso de la arena sss + Recipiente          | g   |     |     |          |
| 3  | Peso del agua (W=1-2)                      | g   |     |     |          |
| 4  | Peso de arena secada al horno + Recipiente | g   |     |     |          |
| 5  | Peso del recipiente                        | g   |     |     |          |
| 6  | Peso de la arena seca al horno (A=4-5)     | g   |     |     |          |
| 7  | Volumen del recipiente                     | cm3 |     |     |          |

**II. RESULTADOS**

| N°                          | DESCRIPCIÓN                              | UND | M-1 | M-2 | PROMEDIO |
|-----------------------------|--|-----|-----|-----|----------|
| 1                           | Peso específico muestra seca (A/(V-W))   | g   |     |     |          |
| 2                           | Peso específico muestra sss (500/(V-W))  | g   |     |     |          |
| 3                           | Peso específico aparente (A/(V-W)-(V-A)) | g   |     |     |          |
| Porcentaje de absorción (%) |  | %   |     |     |          |

  
MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
ELENIO MELCHOR MEJÍA ONCOY  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 53236

  
LUDWIG DAVID  
SALAZAR SÁNCHEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.A.P. N° 72674

## Anexo 5 Ficha de recolección de datos de peso unitarios de los agregados



### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### PESO UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (ASTM C29, NTP 400.017)

**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"

**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary

**UBICACIÓN:** Departamento de Áncash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**CANTERA:**

**MATERIAL:** Agregado

**FECHA:**

#### I. PESO UNITARIO SUELTO

| N°                            | DESCRIPCIÓN                        | UND               | M-1 | M-2 | PROMEDIO |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----|-----|----------|
| 1                             | Peso de la Muestra + Molde.        | g                 |     |     |          |
| 2                             | Peso del Molde                     | g                 |     |     |          |
| 3                             | Peso de la Muestra (1-2)           | g                 |     |     |          |
| 4                             | volumen del Molde                  | cm <sup>3</sup>   |     |     |          |
| 5                             | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/m <sup>3</sup>  |     |     |          |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO |                                    | kg/m <sup>3</sup> |     |     |          |

#### II. PESO UNITARIO COMPACTADO


| N°                                | DESCRIPCIÓN                          | UND                | M-1 | M-2 | PROMEDIO |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-----|-----|----------|
| 1                                 | Peso de La Muestra Molde             | g                  |     |     |          |
| 2                                 | Peso del Molde                       | g                  |     |     |          |
| 3                                 | Peso de la Muestra (1-2)             | g                  |     |     |          |
| a                                 | Volumen del Molde                    | cm <sup>3</sup>    |     |     |          |
| 5                                 | Peso Unitario Compacto de la Muestra | gr/cm <sup>3</sup> |     |     |          |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO |                                      | Kg/m <sup>3</sup>  |     |     |          |

#### III. HUMEDAD

| N°                             | DESCRIPCIÓN                      | UND | M-1 | M-2 | PROMEDIO |
|--------------------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|----------|
| 1                              | Peso de la tara + Muestra Húmeda | g   |     |     |          |
| 2                              | Peso de la Tara + Muestra Seca   | g   |     |     |          |
| 3                              | Peso del Agua Contenida (1-2)    | g   |     |     |          |
| 4                              | Peso de la Muestra Seca          | g   |     |     |          |
| Contenido de humedad (3/4)*100 |                                  | %   |     |     |          |

  
 MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162339  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
 ELENIO MELCHOR MEJIA ONCOY  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 62226

  
 LUDWIG DAVID  
 SALAZAR SANCHEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 72674



**Anexo 6 Ficha de recolección de datos de variación dimensional de unidades de albañilería**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**MÉTODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO, VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.604)**

**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"

**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary

**UBICACIÓN:** Departamento de Áncash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**FECHA:**

Dimensión nominal (DN)

|   |   |   |
|---|---|---|
| L | 3 | 4 |
|   |   |   |

| Dosificación (%) | L(cm) |   | Lprom | Variación Dimen. | H(cm) |   |   |   | Hprom | Variación Dimen. | A (cm) |   | Aprom | Variación Dimen. |
|------------------|-------|---|-------|------------------|-------|---|---|---|-------|------------------|--------|---|-------|------------------|
|                  | 1     | 2 |       |                  | 1     | 2 | 3 | 4 |       |                  | 1      | 2 |       |                  |
| 0                |       |   |       |                  |       |   |   |   |       |                  |        |   |       |                  |
| 6 % PET          |       |   |       |                  |       |   |   |   |       |                  |        |   |       |                  |
| 8 % PET          |       |   |       |                  |       |   |   |   |       |                  |        |   |       |                  |
| 10 % PET         |       |   |       |                  |       |   |   |   |       |                  |        |   |       |                  |

$$\% V = \frac{DN - DP}{DN} \times 100$$

  
 MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
 ELENCIO MELCHOR MEJIA ONCOY  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 53236

  
 LUDWIG DAVID  
 SALAZAR SANCHEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 72674

**Anexo 7 Ficha de recolección de datos de alabeo de unidades de albañilería**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**MÉTODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO, ALABEO (NTP 399.604)**


**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"


**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary


**UBICACIÓN:** Departamento de Áncash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**FECHA:**

| Dosificación (%) | Cara Superior mm | Promedio | Cara Inferior mm | Promedio |
|------------------|------------------|----------|------------------|----------|
| 0                |                  |          |                  |          |
|                  |                  |          |                  |          |
| 6 % PET          |                  |          |                  |          |
|                  |                  |          |                  |          |
| 8 % PET          |                  |          |                  |          |
|                  |                  |          |                  |          |
| 10 % PET         |                  |          |                  |          |
|                  |                  |          |                  |          |

  
MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
ELENIO MELCHOR MEJIA ONCOY  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 52226

  
LUDWIG DAVID  
SALAZAR SANCHEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 72674

## Anexo 8 Ficha de recolección de datos de absorción de unidades de albañilería



### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### MÉTODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO, ABSORCIÓN (NTP 399.604)

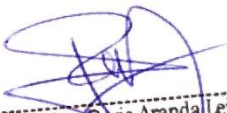
**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"


**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary


**UBICACIÓN:** Departamento de Áncash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**FECHA:**

| Dosificación (%) | Peso (Kg) |             | Absorción | Promedio |
|------------------|-----------|-------------|-----------|----------|
|                  | Seco      | Inmerso 24h |           |          |
| 0                |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |
| 6 % PET          |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |
| 8 % PET          |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |
| 10 % PET         |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |
|                  |           |             |           |          |

  
MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
ELENICO MELCHOR MEJIA ONCOY  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 53236

  
LUDWIG DAVID  
SALAZAR SANCHEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 72674

**Anexo 9 Ficha de recolección de datos de resistencia a la compresión de unidades de albañilería**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**MÉTODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.604)**


**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"

**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary


**UBICACIÓN:** Departamento de Ancash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**FECHA:**

| Dosificación (%) | Curado  | Dimensiones |            |            |           | Carga (Kg) | Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'b Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------|-------------|------------|------------|-----------|------------|---|------------------------------------|
|                  |         | Alto (cm)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm) |            |   |                                    |
| 0                | 28 Días |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |
| 6 % PET          | 28 Días |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |
| 8 % PET          | 28 Días |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |
| 10 % PET         | 28 Días |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |           |            |   |                                    |

  
MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162936  
Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
ELENIO MELCHOR MEJÍA ONCOY  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 53236

  
LUDWIG DAVID  
SALAZAR SÁNCHEZ  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 72674

**Anexo 10** Ficha de recolección de datos de resistencia a la compresión de pilas de albañilería



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**MÉTODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.604)**

**TÍTULO:** "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022"

**ELABORADO:** Flores Julca Rey Gary

**UBICACIÓN:** Departamento de Ancash, provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz

**FECHA:**

| Dosificación (%) | Curado  | Dimensiones |            |            |                         | Carga (Kg) | Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'm Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------|-------------|------------|------------|-------------------------|------------|---|------------------------------------|
|                  |         | Alto (cm)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) |            |   |                                    |
| 0                | 21 Días |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |
| 6 % PET          | 21 Días |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |
| 8 % PET          | 21 Días |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |
| 10 % PET         | 21 Días |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |
|                  |         |             |            |            |                         |            |   |                                    |

  
 MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva  
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939  
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

  
 ELENIO MELCHOR MEJIA ONCOY  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 53236

  
 LUDWIG DAVID  
 SALAZAR SÁNCHEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 72674

Anexo 11 Certificados de laboratorio, diseño de mezcla de concreto



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY  
 TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022"  
 UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH  
 FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 190 F'c KG/CM<sup>2</sup>**

**MATERIALES**

|                 |                   |        |
|-----------------|-------------------|--------|
| CEMENTO         | PORTLAND          | TIPO 1 |
|                 | PESO ESPECIFICO   | 3.11   |
| AGREGADO GRUESO | PABLITO - CARHUAZ |        |
| AGREGADO FINO   | PABLITO - CARHUAZ |        |
| AGUA            | POTABLE           |        |

**DATOS DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)**

|                          |       |                   |
|--------------------------|-------|-------------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA  | 2.640 | Kg/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO SUELTO     | 1.495 | Tn/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | 1.784 | Tn/m <sup>3</sup> |
| ABSORCION                | 5.19  | %                 |
| HUMEDAD                  | 3.55  | %                 |
| MODULO DE FINEZA         | 2.77  |                   |

**DATOS DEL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)**

|                          |       |                   |
|--------------------------|-------|-------------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA  | 2.854 | Kg/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO SUELTO     | 1.630 | Tn/m <sup>3</sup> |
| PESO UNITARIO COMPACTADO | 1.813 | Tn/m <sup>3</sup> |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL    | 3/8   | pulg              |
| ABSORCION                | 0.90  | %                 |
| HUMEDAD                  | 0.80  | %                 |
| MODULO DE FINEZA         | 5.34  |                   |



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Miguel Y. Huamani  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 27235

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338  
 RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
 REG. INDECOPI CERT. \* 95136 \*

# Anexo 12 Certificados de laboratorio, diseño de mezcla de concreto



## LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY  
 TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022"  
 UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH  
 FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 190 F'c KG/CM<sup>2</sup>**

**A) Determinación para resistencia a la compresion de:**

| Resistencia especificada a la compresion, kg/cm <sup>2</sup> | resistencia promedio requerida a la compresion, kg/cm <sup>2</sup> |
|--|--|
| f <sub>c</sub> < 210   | f <sub>cr</sub> = f <sub>c</sub> + 70                              |
| 210 ≤ f <sub>c</sub> ≤ 350                                   | f <sub>cr</sub> = f <sub>c</sub> + 84                              |
| f <sub>c</sub> > 350   | f <sub>cr</sub> = f <sub>c</sub> + 98                              |

f<sub>c</sub> = 190 kg/cm<sup>2</sup>  
 f<sub>cr</sub> = f<sub>c</sub> + 70  
 f<sub>cr</sub> = 260 kg/cm<sup>2</sup>

**B) Selección del tamaño maximo nominal del agregado**

TMN = 3/8"

**C) Selección del asentamiento**

Slump = 3" a 4"

**D) Selección de volumen unitario de agua de diseño**

| SLUMP<br>1"=25 mm              | VOLUMEN UNITARIO DE AGUA  |      |      |     |        |     |     |     |
|--------------------------------|---|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|                                | agua en l/m <sup>3</sup> para los tamaños maximo nominal de agregado grueso |      |      |     |        |     |     |     |
|                                | 3/8"  | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 4"  |
| Concretos sin aire incorporado |   |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                        | 207   | 190  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"                        | 228   | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"                        | 243   | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 | ... |
| % de aire atrapado             | 3   | 2.5  | 2    | 1.5 | 1      | 0.5 | 0.3 | 0.2 |

para el diseño el agua seleccionada:

Agua = 228 L/m<sup>3</sup>

**E) selección del contenido del aire**

Aire = 3 %

**F) Determinación de agua/cemento**

| F'c = Kg/Cm <sup>2</sup> | Relacion Agua / Cemento de diseño en peso |                               |
|--------------------------|---|-------------------------------|
|                          | Concreto sin aire incorporado             | concreto con aire incorporado |
| 450                      | 0.38                                      | ...                           |
| 400                      | 0.43                                      | ...                           |
| 350                      | 0.48                                      | 0.40                          |
| 300                      | 0.55                                      | 0.46                          |
| 250                      | 0.62                                      | 0.53                          |
| 200                      | 0.70                                      | 0.61                          |
| 150                      | 0.80                                      | 0.71                          |

Interpolando se obtiene relación agua / cemento

f<sub>cr</sub> = 260 kg/cm<sup>2</sup>  
 250 .... 0.62  
 260 .... x = 0.61 A/C  
 300 .... 0.55



# Anexo 13 Certificados de laboratorio, diseño de mezcla de concreto



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**

**EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

**G) Determinación del factor cemento**

Factor cemento = Volumen unitario de diseño / relación de Agua/cemento

|                  |        |                    |
|------------------|--------|--------------------|
| Factor cemento = | 376.24 | kg/m <sup>3</sup>  |
| Factor cemento = | 8.85   | bol/m <sup>3</sup> |

**H) Determinación del peso del agregado grueso**

Tabla: peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

| Tamaño máximo nominal del agregado grueso (pulgadas) | Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de finura del agregado fino. |      |      |
|--|--|------|------|
|  | 2.4  | 2.6  | 2.8  |
| 3/8"   | 0.5  | 0.48 | 0.46 |
| 1/2"   | 0.59   | 0.57 | 0.55 |
| 3/4"   | 0.66   | 0.64 | 0.62 |
| 1"   | 0.71   | 0.69 | 0.67 |
| 1 1/2"   | 0.76   | 0.74 | 0.72 |
| 2"   | 0.78   | 0.78 | 0.74 |
| 3"   | 0.81   | 0.79 | 0.77 |
| 6"   | 0.87   | 0.85 | 0.83 |

Peso del agregado grueso

Módulo de finura del agregado Fino = 2.77

Interpolando :

|      |      |      |         |
|------|------|------|---------|
| 2.0  | .... | 0.46 |         |
| 2.77 | .... | x    | = 0.463 |
| 2.8  | .... | 0.46 |         |

Peso del Agregado grueso = 839.42 kg

**I) Determinación de la suma de los volúmenes absolutos del cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso**

|                          |        |    |
|--------------------------|--------|----|
| Aire                     | 3      | %  |
| Agua                     | 228    | Li |
| Cemento                  | 376.24 | Kg |
| Peso del agregado grueso | 839.42 | Kg |

**J) Determinación del volumen absoluto**

|                             |       |                |
|-----------------------------|-------|----------------|
| Aire                        | 0.03  | m <sup>3</sup> |
| Agua                        | 0.228 | m <sup>3</sup> |
| Cemento                     | 0.121 | m <sup>3</sup> |
| Volumen del agregado grueso | 0.316 | m <sup>3</sup> |

Sumatoria = 0.695 m<sup>3</sup>

Volumen del agregado fino = 1m<sup>3</sup> - sumatoria

Volumen del agregado fino = 0.305 m<sup>3</sup>

**K) Determinación del peso del agregado fino**

Peso del agregado fino = 807.00 kg

**L) Presentación del diseño seco del cemento, agregado fino y grueso y agua**

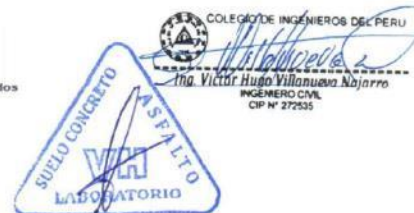
|                 |         |    |
|-----------------|---------|----|
| Cemento         | 376.24  | kg |
| Agregado fino   | 807.000 | kg |
| Agregado grueso | 839.42  | kg |
| Agua            | 228     | li |

**M) Corrección de los valores de diseño por humedad de los agregados**

Peso seco x ((contenido de humedad / 100) + 1)

Agregado Fino = 835.648 kg

Agregado Grueso = 844.458 kg





# Anexo 14 Certificados de laboratorio, diseño de mezcla de concreto



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

**N) Determinación del aporte de agua a la mezcla**

Agregado Fino = -13.705 lt

Agregado Grueso = -2.533 lt

Sumatoria = -16.238 lt

**N) Determinación de agua efectiva**

Agua = 244.238 Lt

**O) PROPORCIONES POR SACO DE CEMENTO**

| Materia         | Peso (Kg) | Volumen |        |
|-----------------|-----------|---------|--------|
| Cemento         | 376.24    | 1       | BLS    |
| Agregado Fino   | 835.65    | 2.2     | Pie3   |
| Agregado Grueso | 844.46    | 2.2     | pie3   |
| Agua (L)        | 244.24    | 27.6    | Litros |

**P) PROPORCION CON ADICION DE FIBRAS PET POR M3**

Densidad del PET : 1380.00 kg/m3

**Con adición de 6% de PET**

| Materia         | Peso (Kg)/m3 | Volumen |        |
|-----------------|--------------|---------|--------|
| Cemento         | 353.66       | 1       | BLS    |
| Agregado Fino   | 758.58       | 2.1     | Pie3   |
| Agregado Grueso | 789.05       | 2.2     | pie3   |
| Agua (L)        | 214.32       | 24.2    | Litros |
| Fibras PET      | 82.80        | 0.2     | pie3   |

**Con adición de 8% de PET**

| Materia         | Peso (Kg)/m3 | Volumen |        |
|-----------------|--------------|---------|--------|
| Cemento         | 346.14       | 1       | BLS    |
| Agregado Fino   | 742.44       | 2.1     | Pie3   |
| Agregado Grueso | 772.27       | 2.2     | pie3   |
| Agua (L)        | 209.76       | 23.7    | Litros |
| Fibras PET      | 110.40       | 0.3     | pie3   |

**Con adición de 10% de PET**

| Materia         | Peso (Kg)/m3 | Volumen |        |
|-----------------|--------------|---------|--------|
| Cemento         | 336.61       | 1       | BLS    |
| Agregado Fino   | 726.30       | 2.1     | Pie3   |
| Agregado Grueso | 755.46       | 2.1     | pie3   |
| Agua (L)        | 205.20       | 23.2    | Litros |
| Fibras PET      | 136.00       | 0.4     | pie3   |



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Ing. Victor Hugo Villanueva Najera  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 272535

Anexo 15 Certificados de laboratorio, peso unitario de los agregados grueso y fino



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

**SOLICITANTE** : FLORES JULCA REY GARY

**TESIS** : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022"

**UBICACIÓN** : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

**FECHA** : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022

**CANTERA** PABLITO - CARHUAZ

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO - CONFITILLO**

| TIPO DE PESO UNITARIO  | PESO UNITARIO SUELTO |       | PESO UNITARIO VARILLADO |       |
|------------------------|----------------------|-------|-------------------------|-------|
| MUESTRA N°             | 1                    | 2     | 1                       | 2     |
| PESO MATERIAL + MOLDE  | 19658                | 19725 | 21418                   | 21402 |
| PESO DEL MOLDE         | 4326                 | 4326  | 4326                    | 4326  |
| PESO DEL MATERIAL      | 15332                | 15399 | 17092                   | 17076 |
| VOLUMEN DEL MOLDE      | 9425                 | 9425  | 9425                    | 9425  |
| PESO UNITARIO          | 1.627                | 1.634 | 1.813                   | 1.812 |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | 1.630                |       | 1.813                   |       |

**OBSERVACIÓN :**  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

**CANTERA** PABLITO - CARHUAZ

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA**

| TIPO DE PESO UNITARIO  | PESO UNITARIO SUELTO |       | PESO UNITARIO VARILLADO |       |
|------------------------|----------------------|-------|-------------------------|-------|
| MUESTRA N°             | 1                    | 2     | 1                       | 2     |
| PESO MATERIAL + MOLDE  | 11443                | 11529 | 13055                   | 13115 |
| PESO DEL MOLDE         | 3215                 | 3215  | 3215                    | 3215  |
| PESO DEL MATERIAL      | 8228                 | 8314  | 9840                    | 9900  |
| VOLUMEN DEL MOLDE      | 5531                 | 5531  | 5531                    | 5531  |
| PESO UNITARIO          | 1.488                | 1.503 | 1.779                   | 1.790 |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | 1.495                |       | 1.784                   |       |

**OBSERVACIÓN :**  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



## Anexo 16 Certificados de laboratorio, peso específico del agregado grueso



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY  
TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022"  
UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH  
FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022  
CANTERA : PABLITO - CARHUAZ

### PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO) ASTM C-128

PICNOMETRO N° 01  
TEMPERATURA 18°C

**DATOS**  
A: PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECA = 8714 gr.  
B: PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA AL AIRE = 8792 gr.  
C: PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA = 5431 gr.

#### RESULTADOS

|  |                            |             |
|--|----------------------------|-------------|
| PESO ESPECIFICO NOMINAL                        | $\frac{A}{A-C}$            | = 2.654 gr. |
| PESO ESPECIFICO APARENTE                       | $\frac{A}{B-C}$            | = 2.593 gr. |
| PESO ESPECIFICO APARENTE SUPERFICIALMENTE SECA | $\frac{B}{B-C}$            | = 2.616 gr. |
| ABSORCION DE AGUA EN PORCENTAJE                | $\frac{B-A}{A} \times 100$ | = 0.90      |

OBSERVACIÓN :  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*Victor Hugo Villanueva Narrito*  
Ing. Victor Hugo Villanueva Narrito  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 272535

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338  
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
REG INDECOPI CERTF \* 95136 \*

## Anexo 17 Certificados de laboratorio, peso específico del agregado fino



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY  
TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022"  
UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH  
FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022  
CANTERA : PABLITO - CARHUAZ

### PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

ASTM C-128

PICNOMETRO N° 01  
TEMPERATURA 18°C

#### DATOS

A: PESO AL AIRE DE LA MUESTRA DESECADA = 489.5 gr.  
B: PESO DEL PICNOMETRO AFORADO LLENO DE AGUA = 651.3 gr.  
C: PESO DEL PICNOMETRO CON MUESTRA Y AGUA AFORADO = 955.8 gr.  
S: PESO DE LA MUESTRA SATURADA, SUPERFICIE SECA = 514.9 gr.

#### RESULTADOS

PESO ESPECIFICO NOMINAL  $\frac{A}{B+A-C}$  = 2.646 gr.

PESO ESPECIFICO APARENTE  $\frac{A}{B+S-C}$  = 2.327 gr.

PESO ESPECIFICO APARENTE SUPERFICIALMENTE SECA  $\frac{S}{B+S-C}$  = 2.447 gr.

ABSORCION DE AGUA EN PORCENTAJE  $\frac{S-A}{A} \times 100$  = 5.19

#### OBSERVACIÓN :

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Ing. Victor Hugo Villanueva Najarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 27235

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FJDO 043 809712 - RPM 949004338  
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
REG INDECOPI CERT# \* 95136\*

**Anexo 18** Certificados de laboratorio, contenido de humedad de los agregados fino y grueso



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
 ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION  
 EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022"

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022  
 CANTERA : PABLITO - CARHUAZ

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 NTP 339.127 / ASTM D2216

**AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)**

| 1 | N° DEL RECIPIENTE                      | 1     | 2     |          |
|---|--|-------|-------|----------|
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE (g)                | 16.14 | 16.17 |          |
| 3 | PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g) | 63.11 | 62.92 |          |
| 4 | PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)   | 61.55 | 61.27 |          |
| 5 | PESO DEL AGUA CONTENIDA                | 1.6   | 1.7   |          |
| 6 | PESO DEL SUELO SECO                    | 45.4  | 45.1  | PROMEDIO |
| 7 | CONTENIDO DE HUMEDAD                   | 3.44  | 3.66  | 3.55     |

**AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)**

| 1 | N° DEL RECIPIENTE                      | 1     | 2     |          |
|---|--|-------|-------|----------|
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE (g)                | 21.55 | 20.85 |          |
| 3 | PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g) | 64.17 | 78.33 |          |
| 4 | PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)   | 63.85 | 78.08 |          |
| 5 | PESO DEL AGUA CONTENIDA                | 0.32  | 0.3   |          |
| 6 | PESO DEL SUELO SECO                    | 42.3  | 57.2  | PROMEDIO |
| 7 | CONTENIDO DE HUMEDAD                   | 0.76  | 0.44  | 0.60     |

**OBSERVACIÓN :**

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
  
 Ing. Víctor Hugo Villanueva Najarm  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 27235

## Anexo 19 Certificados de laboratorio, análisis granulométrico del agregado grueso



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS  
PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO,  
CARHUAZ - ANCASH - 2022"

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-33  
AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)**

|         |                   |
|---------|-------------------|
| CANTERA | PABLITO - CARHUAZ |
|---------|-------------------|

PESO INICIAL SECO: 3890.50 %QUE PASA MALLA N°4: 8.9  
PESO LAVADO SECO: 3790.20 %RETENIDO MALLA 3": 0.00

| TAMIZ ASTM | DIÁMETRO (mm.) | PESO RET. | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | %PASA       |
|------------|----------------|-----------|----------------|------------------|-------------|
| 1/2"       | 12.500         | 0.0       | 0.00           | 0.0              | 100.0       |
| 3/8"       | 9.500          | 23.0      | 0.59           | 0.6              | 99.4        |
| N°4        | 4.750          | 2300.4    | 59.13          | 59.7             | 40.3        |
| N°8        | 2.000          | 1220.6    | 31.37          | 91.1             | 8.9         |
| N°16       | 0.850          | 95.2      | 2.45           | 93.5             | 6.5         |
| N°30       | 0.425          | 65.0      | 1.67           | 95.2             | 4.8         |
| N°50       | 0.250          | 35.0      | 0.90           | 96.1             | 3.9         |
| N°100      | 0.106          | 51.0      | 1.31           | 97.4             | 2.6         |
| <N°200     |                | 100.3     | 2.58           | 100.0            | 0.0         |
| TOTAL      |                | 3790.2    | 100.0          | M.F =            | <b>5.34</b> |

OBSERVACIÓN :  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N. Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338  
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
REG. INDECOPI CERT. \* 95136 \*

Anexo 20 Certificados de laboratorio, análisis granulométrico del agregado grueso



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

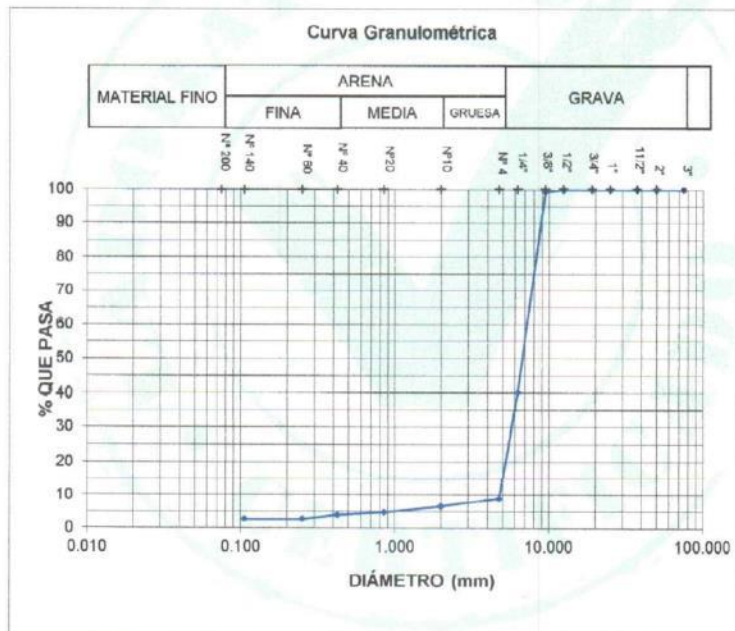
TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS  
PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO,  
CARHUAZ - ANCASH - 2022"

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022

AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)

|         |                   |
|---------|-------------------|
| CANTERA | PABLITO - CARHUAZ |
|---------|-------------------|



|                   |                 |                  |
|-------------------|-----------------|------------------|
| GRAVA (%) = 97.35 | ARENA (%) = 0.0 | FINOS (%) = 2.65 |
|-------------------|-----------------|------------------|

OBSERVACIÓN :  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Ing. Victor Hugo Villanueva Najfiro  
INGENIERO CIVIL  
OP N° 272535

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 809712 - RPM 949004338

E-mail: vmlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG INDECOPI CERTF. \* 95136 \*

Anexo 21 Certificados de laboratorio, análisis granulométrico del agregado fino



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS  
PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO,  
CARHUAZ - ANCASH - 2022"

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-33  
AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

|         |                   |
|---------|-------------------|
| CANTERA | PABLITO - CARHUAZ |
|---------|-------------------|

PESO INICIAL SECO: 2998.20 %QUE PASA MALLA N°200: 7.85  
PESO LAVADO SECO: 2762.80 %RETENIDO MALLA 3": 0.00

| TAMIZ ASTM | DIÁMETRO (mm.) | PESO RET. | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | %PASA |
|------------|----------------|-----------|----------------|------------------|-------|
| 3/8"       | 9.500          | 0.0       | 0.0            | 0.00             | 100.0 |
| N°4        | 4.750          | 115.5     | 3.9            | 3.85             | 96.15 |
| N°8        | 2.000          | 375.4     | 12.5           | 16.37            | 83.63 |
| N°16       | 0.850          | 425.3     | 14.2           | 30.56            | 69.44 |
| N°30       | 0.425          | 895.2     | 29.9           | 60.42            | 39.58 |
| N°50       | 0.250          | 529.5     | 17.7           | 78.08            | 21.92 |
| N°100      | 0.106          | 303.5     | 10.1           | 88.20            | 11.80 |
| N°200      | 0.075          | 118.4     | 3.9            | 92.15            | 7.85  |
| <N°200     |                | 235.4     | 7.9            | 100.00           | 0.00  |
| TOTAL      |                | 2998.20   | 100.00         | M.F. =           | 2.77  |

OBSERVACIÓN :  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Ing. Victor Hugo Villanueva Najarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 27253

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FJO 043 609712 - RPM 949004338  
RUC : 20600954173

E-mail: vthlaboratorio@gmail.com  
REG. INDECOPI CERTF \* 95136 \*



**Anexo 22 Certificados de laboratorio, análisis granulométrico del agregado fino**



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

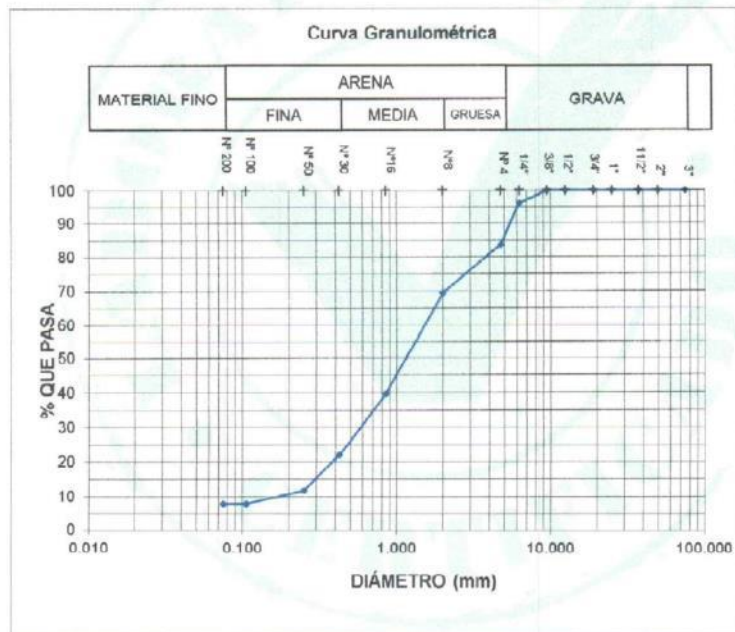
TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022"

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 21 DE MARZO DEL 2022

AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

|         |                   |
|---------|-------------------|
| CANTERA | PABLITO - CARHUAZ |
|---------|-------------------|



|                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| GRAVA (%) = 0.00 | ARENA (%) = 94.9 | FINOS (%) = 5.06 |
|------------------|------------------|------------------|

OBSERVACIÓN :  
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*[Signature]*  
Ing. Victor Hugo Villanueva Rojas  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 272535

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20800954173

REG. INDECOPI CERT. \* 95136 \*

## Anexo 23 Certificados de laboratorio, absorción de las unidades de albañilería



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS  
PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO,  
CARHUAZ - ANCASH - 2022".

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 20 DE ABRIL DEL 2022

### MÉTODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO, ABSORCIÓN (NTP 399.604)

| Dosificación (%) | Peso (Kg) |             | Absorción | Promedio |
|------------------|-----------|-------------|-----------|----------|
|                  | Seco      | Inmerso 24h |           |          |
| 0                | 4.652     | 5.206       | 11.91%    | 11.25%   |
|                  | 4.717     | 5.236       | 11.00%    |          |
|                  | 4.684     | 5.192       | 10.85%    |          |
| 6 % PET          | 4.705     | 5.174       | 9.97%     | 10.13%   |
|                  | 4.700     | 5.154       | 9.66%     |          |
|                  | 4.691     | 5.196       | 10.77%    |          |
| 8 % PET          | 4.709     | 5.179       | 9.98%     | 9.70%    |
|                  | 4.699     | 5.163       | 9.87%     |          |
|                  | 4.687     | 5.121       | 9.26%     |          |
| 10 % PET         | 4.696     | 5.141       | 9.48%     | 9.34%    |
|                  | 4.684     | 5.123       | 9.37%     |          |
|                  | 4.710     | 5.142       | 9.17%     |          |



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Ing. Víctor Hugo Villanueva Najarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 27235

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 609712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERT# \* 95136 \*

**Anexo 24** Certificados de laboratorio, variación dimensional de las unidades de albañilería



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**  
**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD**  
**ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**  
**EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO**

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022".

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 20 DE ABRIL DEL 2022

ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO, VARIACIÓN DIMENSIONAL  
 (NTP 399.604)

| L  | H | A  |
|----|---|----|
| 24 | 9 | 13 |

Dimensión Nominal (DN)

| Dosificación (%) | L(cm) |       |       | Variación Dimen. | H(cm) |      |      |      | Hprom | Variación Dimen. | A (cm) |       | Apron | Variación Dimen. |
|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|------|------|------|-------|------------------|--------|-------|-------|------------------|
|                  | 1     | 2     | Lprom |                  | 1     | 2    | 3    | 4    |       |                  | 1      | 2     |       |                  |
| 0                | 24.15 | 24.20 | 24.18 | -0.73%           | 9.00  | 8.85 | 8.9  | 8.9  | 8.91  | 0.97%            | 13.15  | 13.00 | 13.08 | -0.58%           |
|                  | 24.00 | 24.10 | 24.05 | -0.21%           | 9.20  | 9.05 | 9.05 | 9.10 | 9.10  | -1.11%           | 13.05  | 13.00 | 13.03 | -0.19%           |
|                  | 23.90 | 24.05 | 23.98 | 0.10%            | 9.30  | 9.15 | 9.10 | 9.20 | 9.19  | -2.08%           | 13.20  | 13.10 | 13.15 | -1.15%           |
| 6 % PET          | 24.00 | 24.10 | 24.05 | -0.21%           | 9.20  | 9.05 | 8.90 | 9.10 | 9.06  | -0.69%           | 13.05  | 13.10 | 13.08 | -0.58%           |
|                  | 24.10 | 23.90 | 24.00 | 0.00%            | 9.15  | 9.00 | 9.00 | 9.05 | 9.05  | -0.56%           | 13.00  | 12.90 | 12.95 | 0.36%            |
|                  | 24.05 | 24.00 | 24.03 | -0.10%           | 9.05  | 8.90 | 9.00 | 8.95 | 8.98  | 0.28%            | 13.20  | 13.05 | 13.13 | -0.96%           |
| 8 % PET          | 23.95 | 24.00 | 23.98 | 0.10%            | 9.20  | 9.05 | 9.10 | 9.10 | 9.11  | -1.25%           | 13.30  | 13.10 | 13.20 | -1.54%           |
|                  | 24.10 | 24.10 | 24.10 | -0.42%           | 9.05  | 8.90 | 9.10 | 8.95 | 9.00  | 0.00%            | 13.25  | 13.20 | 13.23 | -1.73%           |
|                  | 23.95 | 24.10 | 24.03 | -0.10%           | 9.25  | 9.10 | 9.20 | 9.15 | 9.18  | -1.94%           | 13.10  | 13.10 | 13.10 | -0.77%           |
| 10 % PET         | 23.90 | 23.90 | 23.90 | 0.42%            | 9.10  | 8.95 | 9.10 | 9.00 | 9.04  | -0.42%           | 13.00  | 13.05 | 13.03 | -0.19%           |
|                  | 24.10 | 24.05 | 24.08 | -0.31%           | 9.00  | 8.85 | 9.05 | 8.90 | 8.95  | 0.56%            | 13.10  | 13.10 | 13.10 | -0.77%           |
|                  | 24.20 | 24.10 | 24.15 | -0.62%           | 9.10  | 8.95 | 9.10 | 9.00 | 9.04  | -0.42%           | 13.20  | 12.90 | 13.05 | -0.38%           |

$$\% V = \frac{DN - DP}{DN} \times 100$$



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Víctor Hugo Villanueva Najarro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 272535

## Anexo 25 Certificados de laboratorio, alabeo de las unidades de albañilería



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS  
PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO,  
CARHUAZ - ANCASH - 2022".

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 20 DE ABRIL DEL 2022

### MÉTODOS DE ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO, ALABEO (NTP 399.604)

| Dosificación (%) | Cara Superior mm |     |      | Promedio | Cara Inferior mm |     |      | Promedio |
|------------------|------------------|-----|------|----------|------------------|-----|------|----------|
|                  |                  |     |      |          |                  |     |      |          |
| 0                | 0.5              | 0.0 | 0.25 | 1.6      | 1.0              | 3.5 | 2.25 | 2.2      |
|                  | 0.0              | 3.0 | 1.50 |          | 1.0              | 1.0 | 1.00 |          |
|                  | 3.0              | 3.0 | 3.00 |          | 3.5              | 3.0 | 3.25 |          |
| 6 % PET          | 1.0              | 2.0 | 1.50 | 1.3      | 1.0              | 0.0 | 0.50 | 1.2      |
|                  | 2.5              | 1.0 | 1.75 |          | 3.0              | 1.0 | 2.00 |          |
|                  | 1.0              | 0.0 | 0.50 |          | 0.0              | 2.0 | 1.00 |          |
| 8 % PET          | 0.0              | 1.0 | 0.50 | 0.4      | 1.0              | 0.5 | 0.75 | 1.1      |
|                  | 1.0              | 0.0 | 0.50 |          | 1.0              | 0.0 | 0.50 |          |
|                  | 0.5              | 0.0 | 0.25 |          | 3.0              | 1.0 | 2.00 |          |
| 10 % PET         | 1.0              | 2.0 | 1.50 | 1.6      | 1.0              | 0.0 | 0.50 | 0.8      |
|                  | 3.0              | 1.0 | 2.00 |          | 1.0              | 1.0 | 1.00 |          |
|                  | 2.0              | 0.5 | 1.25 |          | 0.0              | 2.0 | 1.00 |          |



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Ing. Víctor Hugo Villanueva Najarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 27255

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FJCD 043 609712 - RPM 949004338  
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
REG. INDECOPI CERT. \* 95136 \*

**Anexo 26** Certificados de laboratorio, resistencia a la compresión de las unidades de albañilería



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022".

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 20 DE ABRIL DEL 2022

**ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.804)**

| Dosificación (%) | Curado  | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Fb Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------|------------|------------|-------------------------|------------|---|-----------------------------------|
| 0                | 28 Dias | 24.03      | 13.15      | 315.99                  | 57520.00   | 182.03  | 182.06                            |
|                  |         | 23.98      | 13.08      | 313.66                  | 57105.00   | 182.06  |                                   |
|                  |         | 24.10      | 12.95      | 312.10                  | 56829.00   | 182.09  |                                   |
| 6 % PET          | 28 Dias | 24.03      | 13.13      | 315.51                  | 55141.50   | 174.77  | 175.82                            |
|                  |         | 24.18      | 13.08      | 316.27                  | 55600.00   | 175.80  |                                   |
|                  |         | 24.05      | 13.03      | 313.37                  | 55435.50   | 176.90  |                                   |
| 8 % PET          | 20 Dias | 23.90      | 13.20      | 316.54                  | 54169.50   | 171.13  | 171.61                            |
|                  |         | 24.05      | 13.23      | 318.18                  | 54377.00   | 170.90  |                                   |
|                  |         | 24.00      | 13.10      | 314.40                  | 54328.00   | 172.80  |                                   |
| 10 % PET         | 28 Dias | 23.90      | 13.03      | 311.42                  | 51593.00   | 165.67  | 165.18                            |
|                  |         | 24.08      | 13.10      | 315.45                  | 52478.00   | 166.36  |                                   |
|                  |         | 24.15      | 13.05      | 315.16                  | 51529.00   | 163.50  |                                   |



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Ing. Victor Hugo Villanueva Nafarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 272935

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicney 3/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FIJO 043 809712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20600954173

REG. INDECOPI CERT. \* 95136 \*

**Anexo 27 Certificados de laboratorio, resistencia a la compresión de las pilas de albañilería**



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

SOLICITANTE : FLORES JULCA REY GARY

TESIS : "INFLUENCIA FISICA Y MECANICA DE LA ADICION DE FIBRAS PET, PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS DE CONCRETO, CARHUAZ - ANCASH - 2022".

UBICACIÓN : HUARAZ - INDEPENDENCIA - ANCASH

FECHA : HUARAZ, 20 DE ABRIL DEL 2022

ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.604)

| Dosificación (%) | Curado  | N° pila | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------|---------|------------|------------|-------------------------|------------|---|
| 0                | 21 Días | 1       | 24.03      | 13.15      | 315.99                  | 86105.00   | 272.49  |
|                  |         | 2       | 23.98      | 13.08      | 313.66                  | 85008.00   | 271.02  |
|                  |         | 3       | 24.10      | 12.95      | 312.10                  | 85245.00   | 273.13  |
| 6 % PET          | 21 Días | 4       | 24.03      | 13.13      | 315.51                  | 82699.00   | 262.11  |
|                  |         | 5       | 24.18      | 13.08      | 316.27                  | 83405.00   | 263.71  |
|                  |         | 6       | 24.05      | 13.03      | 313.37                  | 82950.00   | 264.70  |
| 8 % PET          | 21 Días | 7       | 23.98      | 13.20      | 316.54                  | 81195.00   | 256.51  |
|                  |         | 8       | 24.05      | 13.23      | 318.18                  | 81605.50   | 256.48  |
|                  |         | 9       | 24.00      | 13.10      | 314.40                  | 81389.00   | 258.87  |
| 10 % PET         | 21 Días | 10      | 23.90      | 13.03      | 311.42                  | 77205.00   | 247.91  |
|                  |         | 11      | 24.08      | 13.10      | 315.45                  | 78804.00   | 249.81  |
|                  |         | 12      | 24.15      | 13.05      | 315.16                  | 77302.00   | 245.28  |

| Dosificación (%) | N° pila | Ancho (cm) | Alto (cm) | Esbellez | Factor de corrección | Resistencia a la compresión corregido (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f <sub>m</sub> Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------|------------|-----------|----------|----------------------|---|---|
| 0                | 1       | 13.15      | 29.50     | 2.24     | 0.764                | 208.18  | 208.24  |
|                  | 2       | 13.08      | 29.40     | 2.25     | 0.765                | 207.33  |   |
|                  | 3       | 12.95      | 29.30     | 2.26     | 0.766                | 209.22  |   |
| 6 % PET          | 4       | 13.13      | 29.20     | 2.22     | 0.761                | 199.47  | 201.32  |
|                  | 5       | 13.08      | 29.40     | 2.25     | 0.765                | 201.74  |   |
|                  | 6       | 13.03      | 29.50     | 2.26     | 0.766                | 202.76  |   |
| 8 % PET          | 7       | 13.20      | 29.40     | 2.23     | 0.762                | 195.46  | 195.45  |
|                  | 8       | 13.23      | 29.20     | 2.21     | 0.759                | 194.67  |   |
|                  | 9       | 13.10      | 29.40     | 2.24     | 0.758                | 196.22  |   |
| 10 % PET         | 10      | 13.03      | 29.40     | 2.26     | 0.766                | 189.90  | 189.55  |
|                  | 11      | 13.10      | 29.50     | 2.25     | 0.765                | 191.11  |   |
|                  | 12      | 13.05      | 29.30     | 2.25     | 0.765                | 187.64  |   |



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Ing. Victor Hugo Villanueva Huarzo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 272535

\* Urb. VillaSan Miguel de Chicony S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Telefono : FUG 043 609712 - RPM 949004338  
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com  
REG. INDECOPI CERTIF. \* 95136 \*

**Anexo 28** *Panel fotográfico*



**Gráfico 4** Cantera Pablito Carhuaz



**Gráfico 5** Recolección de muestra



**Gráfico 6** Agregado fino



**Gráfico 7** Cuarteado de agregado





**Gráfico 8** Lavado de agregados



**Gráfico 9** Introducción de muestra al horno



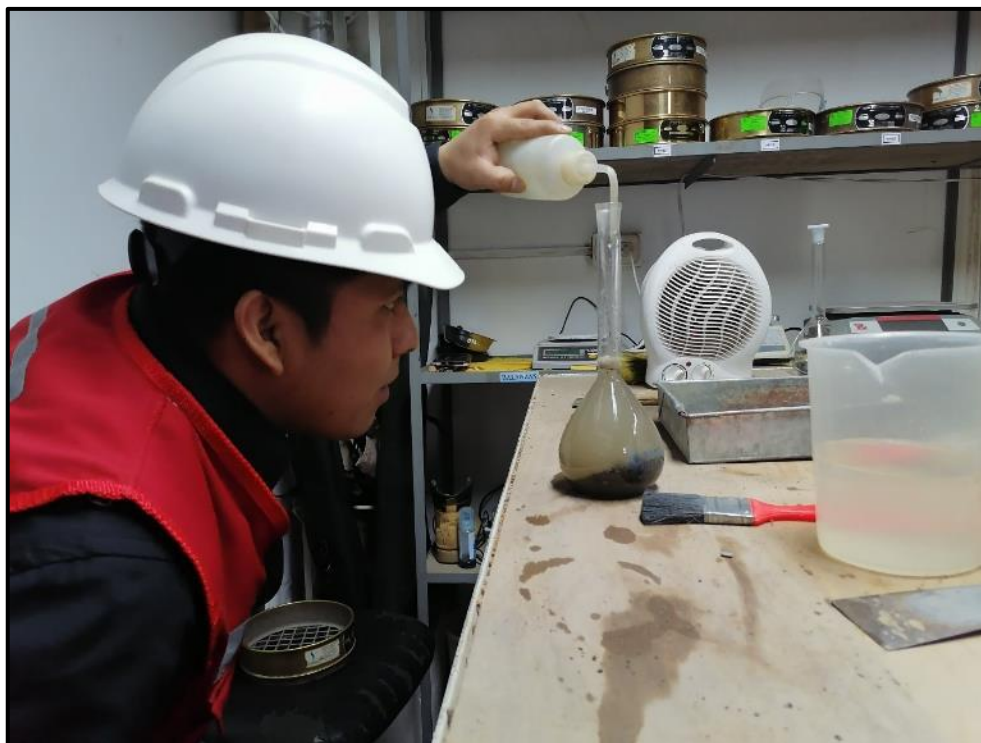
**Gráfico 10** Tamizado de los agregados



**Gráfico 11** Medición de pesos de los agregados



**Gráfico 12** Ensayo de humedad superficial del agredo fino



**Gráfico 13** Determinación de peso específico del agredo fino



**Gráfico 14** Recolección de datos



**Gráfico 15** Regleado para eliminar material excedente en el ensayo



**Gráfico 16** Peso unitario suelto



**Gráfico 17** Moldes para ladrillos de concreto



**Gráfico 18** Adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) a los agregados



**Gráfico 19** Batido de fibras de polietileno tereftalato (PET) con agregados



**Gráfico 20** Desmolde de ladrillos de concreto



**Gráfico 21** Pilas de ladrillos y unidades de albañilería de concreto



**Gráfico 22** Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo patrón



**Gráfico 23** Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillo con 8% de de polietileno tereftalato (PET)





**Gráfico 24** Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo patrón



**Gráfico 25** Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con 6% de fibras de polietileno tereftalato (PET)



**Gráfico 26** Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con 8% de fibras de polietileno tereftalato (PET)



**Gráfico 27** Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con 10% de fibras de polietileno tereftalato (PET)



**Gráfico 28** Determinación de la variación dimensional y alabeo de las unidades de ladrillos.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DOLORES ANAYA DANTE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022", cuyo autor es FLORES JULCA REY GARY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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.

HUARAZ, 03 de Octubre del 2022

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| DOLORES ANAYA DANTE<br><b>DNI:</b> 31656954<br><b>ORCID:</b> 0000-0003-4433-8997 | Firmado electrónicamente<br>por: DDOLORESAN el 03-<br>11-2022 10:55:31 |

Código documento Trilce: TRI - 0432301