



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Influencia porcentual de la Fibras de Polietileno Tereftalato en las propiedades físico – Mecánicas de Bloques de Concreto – Huaraz - 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Lopez Quevedo, Edy ([orcid.org/0000-0001-8409-5104](https://orcid.org/0000-0001-8409-5104))

**ASESOR:**

Mg. Ascoy Flores, Kevin Arturo ([orcid.org/0000-0003-2452-4805](https://orcid.org/0000-0003-2452-4805))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

HUARAZ – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

A mis padres que fueron mi guía durante este largo recorrido, a mi pareja Yanela Marlit Retuerto Tarazona y a mi hija que siempre me da las fuerzas para continuar.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor Mg. Ascoy Flores, Kevin Arturo y a la Universidad César Vallejo, al primero por guiarme en este largo recorrido, dándome las pautas necesarias para concretar el desarrollo de la presente investigación y a la institución por permitirme culminar mi carrera.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, LOPEZ QUEVEDO EDY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFTALATO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO – HUARAZ - 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| <b>Nombres y Apellidos</b>   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| EDY LOPEZ QUEVEDO<br><b>DNI:</b> 71927772<br><b>ORCID:</b> 0000-0001-8409-5104 | Firmado electrónicamente<br>por: ELOPEZ71 el 21-12-<br>2023 12:01:22 |

Código documento Trilce: TRI - 0705153



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, 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 PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFTALATO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO – HUARAZ - 2023", cuyo autor es LOPEZ QUEVEDO EDY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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, 21 de Diciembre del 2023

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| ASCOY FLORES KEVIN ARTURO<br><b>DNI:</b> 46781063<br><b>ORCID:</b> 0000-0003-2452-4805 | Firmado electrónicamente<br>por: KASCOY el 21-12-<br>2023 20:14:58 |

Código documento Trilce: TRI - 0705152

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| CARÁTULA.....  | i    |
| DEDICATORIA .....  | ii   |
| AGRADECIMIENTO .....                                       | iii  |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....                | iv   |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....               | v    |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....                                  | vi   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                      | vii  |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....                          | viii |
| RESUMEN.....   | ix   |
| ABSTRACT.....  | x    |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                       | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                    | 5    |
| III. METODOLOGÍA.....                                      | 17   |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación.....                   | 17   |
| 3.2. Variables y operacionalización .....                  | 17   |
| 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis..... | 20   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 21   |
| 3.5. Procedimientos.....                                   | 22   |
| 3.6. Método de análisis de datos .....                     | 23   |
| 3.7. Aspectos éticos.....                                  | 23   |
| IV. RESULTADOS.....  | 25   |
| V. DISCUSIÓN.....  | 36   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                     | 42   |
| VII. RECOMENDACIONES.....                                  | 43   |
| REFERENCIAS.....   | 44   |
| ANEXOS .....   | 52   |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables .....  | 19 |
| Tabla 2. División de la población para resistencia a la compresión .....  | 20 |
| Tabla 3. División de la población para resistencia a la flexión .....   | 20 |
| Tabla 4. Resumen de resultados generales y promedios .....  | 25 |
| Tabla 5. Resultados del objetivo específico 01, a los 7 días .....  | 27 |
| Tabla 6. Resultados del objetivo específico 01, a los 14 días .....   | 28 |
| Tabla 7. Resultados del objetivo específico 01, a los 28 días .....   | 29 |
| Tabla 8. Resultados del objetivo específico 02, a los 7 días .....  | 30 |
| Tabla 9. Resultados del objetivo específico 02, a los 14 días .....   | 31 |
| Tabla 10. Resultados del objetivo específico 02, a los 28 días .....  | 32 |
| Tabla 11. Comparación de rangos para propiedades físicas .....  | 33 |
| Tabla 12. Comparación de rangos para propiedades mecánicas .....  | 34 |
| Tabla 13. Prueba t la inclusión de las fibras de polietileno tereftalato (IFPT) y propiedades físico-mecánicas (PFM) de bloques ..... | 35 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Procedimientos para la elaboración de bloques de concreto ..... | 23 |
| Figura 2. Comparación de propiedades mecánicas.....                       | 26 |



## RESUMEN

El estudio planteó como objetivo, evaluar la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023; el enfoque metodológico fue descriptivo y cuantitativo, con un diseño experimental puro. Se utilizaron 48 probetas de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados a los 28 días mostraron que el concreto con un 30.00% de fibras PET tenía una densidad de 2.19 gr/cm<sup>3</sup>, una absorción del 6.38% y una porosidad del 7.81%. Las propiedades mecánicas mejoraron al 20.00% de fibras PET, con una resistencia a la compresión de 224.25 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la flexión de 42.42 kg/cm<sup>2</sup>. Estos bloques de concreto cumplieron con las normas vigentes. Se concluyó que la incorporación de fibras de PET tiene un efecto positivo en las propiedades físicas-mecánicas con significancia menor a 0.05. El 20.00% y el 30.00% de fibras de PET, en lugar de la piedra chancada, mostraron mejoras significativas. El 20.00% fue óptimo en propiedades mecánicas, mientras que el 30.00% fue mejor en propiedades físicas. Estos hallazgos sugieren que el uso de fibras de PET puede ser beneficioso en la producción de bloques de concreto, mejorando el producto final.

**Palabras clave:** Densidad, absorción, porosidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

## ABSTRACT

The study aimed to assess the percentage influence of polyethylene terephthalate (PET) fibers on the physical-mechanical properties of concrete blocks in the city of Huaraz in 2023. The methodological approach was descriptive and quantitative, with a pure experimental design. Forty-eight concrete specimens with a strength of 210 kg/cm<sup>2</sup> were used. The results at 28 days showed that concrete with 30.00% PET fibers had a density of 2.19 g/cm<sup>3</sup>, absorption of 6.38%, and porosity of 7.81%. Mechanical properties improved at 20.00% PET fibers, with a compression strength of 224.25 kg/cm<sup>2</sup> and flexural strength of 42.42 kg/cm<sup>2</sup>. These concrete blocks met current standards. It was concluded that the incorporation of PET fibers has a positive effect on physical-mechanical properties with significance below 0.05. The use of 20.00% and 30.00% PET fibers, instead of crushed stone, showed significant improvements. The 20.00% ratio was optimal for mechanical properties, while the 30.00% ratio was better for physical properties. These findings suggest that the use of PET fibers can be beneficial in concrete block production, enhancing the final product.

**Keywords:** Density, absorption, porosity, compressive strength, flexural strength.

## I. INTRODUCCIÓN

Los desechos plásticos son un problema mundial que afecta negativamente el ambiente y la salud humana, según estadísticas de la ONU, en 2018 se generaron más de 359 millones de toneladas (mt) de residuos plásticos a nivel global. De estos, solo el 9% se recicló, el 12% se incineró y el 79% terminó en vertederos o en el ambiente (ONU, 2023).

En el contexto latinoamericano, algunos de los países relacionados a la generación de una gran cantidad de residuos plásticos son Brasil, México, Argentina, Colombia y Perú. En Brasil, se estima que se generan alrededor de 11,3 (mt) de residuos plásticos anualmente, reciclándose solo el 1,28% (Silva, Do Prado, & Damasceno, 2021). En México, se generan aproximadamente 6,00 (mt) al año, donde solo el 14% se recicla (García, Cruz, Hernández, & Álvarez, 2020). En Argentina, se generan alrededor de 3,2 (mt), poniéndose a disposición del reciclaje solo el 23% (Fuentes, & Brouwer, 2020). En Colombia, se generan alrededor de 2,2 (mt), de los cuales solo el 17% es reciclado (Ocampo, Quijano, & García, 2020). Es evidente que la generación de residuos plásticos es una problemática que tiene efectos negativos, y se ha convertido en un desafío mundial; a pesar de que algunos países han implementado planes políticos y estratégicos para manejar adecuadamente los residuos, los porcentajes de reciclaje son aún muy bajos.

De acuerdo con la Revista Internacional de Contaminación Ambiental; en Perú, se generan aproximadamente 1,9 (mt) de residuos plásticos al año, siendo una proporción muy pequeña o solo el 8,5% lo que se recicla; del mismo modo, se generan cerca de 16.000 toneladas de residuos sólidos por día, siendo el 7% correspondiente a plásticos, y la mayor parte de estos residuos terminan en vertederos o en el ambiente (Rodríguez, 2020). La generación de residuos plásticos en el Perú es un problema que requiere atención y acción por parte de los gobiernos y la sociedad en general; la baja tasa de reciclaje de plásticos en nuestro país es preocupante y muestra la necesidad de implementar medidas que promuevan la recolección, clasificación y reciclaje de estos materiales.

Dentro del contexto regional, se están comenzado a realizar estudios con el polietileno

tereftalato (PET), dentro de la costa específicamente en Chimbote, no obstante aún no existen antecedentes de este tipo de estudios a nivel provincial (Farías, 2019). Ante esto, una posible solución es la reutilización de plásticos en la fabricación de materiales de construcción. El uso de fibras de plástico en la mezcla de concreto puede mejorar sus propiedades físico-mecánicas y reducir la cantidad de residuos de plástico que terminan en el ambiente generalmente. Además, esta práctica podría generar nuevas oportunidades para la población, haciendo que crezca la industria constructiva.

Sin embargo, es importante asegurarse de que la reutilización de plásticos en la construcción para que no tenga impactos negativos en el ambiente; por tanto, es necesario realizar estudios que evalúen la influencia de las fibras de plástico sobre las propiedades físico-mecánicas de los nuevos materiales de construcción y en su durabilidad a largo plazo. Además, se debe garantizar que los procesos de producción de estos materiales sean sostenibles y respetuosos con el ambiente.

Tomando en cuenta que; el plástico también puede ser utilizado para mejorar materiales de construcción, lo que puede ser una alternativa para reducir la cantidad de residuos. En el caso específico de Huaraz, una ciudad ubicada en la región Áncash del Perú, ante la constante construcción de edificaciones y ante el aumento de precio del ladrillo la investigación busca tener un impacto positivo en la construcción de viviendas y edificios más resistentes y duraderos, especialmente en una zona sísmica como Áncash. Ante esto, se plantea como **problema general**; ¿cuál es la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto en la ciudad de Huaraz en el año 2023?

Esta investigación es importante puesto que se **justifica a nivel teórico**, porque generará información relevante para la industria de la construcción, así como para los profesionales del área buscando refutar o aceptar los resultados de investigaciones similares, con el fin de promover la utilización de materiales estructurales más amigables con el ambiente y con mejores propiedades mecánicas en la producción de bloques de concreto; del mismo modo, permitirá conocer la relación entre estos factores y su importancia en el rendimiento y comportamiento de los bloques de concreto producidos, pudiendo establecer criterios técnicos para la producción de bloques de concreto con fibras de PET y así mejorar la calidad de los materiales y su

durabilidad en la construcción. **A nivel práctico**, la investigación es importante porque se plantará la mejora de la calidad de los bloques, ajustando las proporciones para obtener bloques de mayor calidad y durabilidad, permitiendo reducir costos de mantenimiento y reemplazo, del mismo modo, aumentara la eficiencia en la construcción, puesto que se pueden reducir tiempos de construcción al plantear el uso de menos bloques en la estructura; también, se contribuirá con el cuidado ambiental, ayudando a reducir la cantidad de residuos plásticos, ya que se pueden utilizar como material de refuerzo en lugar de desecharlos, contribuyendo de manera directa en reducir la huella de carbono en la construcción. **A nivel metodológico** es importante porque, se diseñará una metodología rigurosa para la realización del estudio, que incluya la selección adecuada de los materiales y las proporciones de la mezcla, así como la preparación y ensayo de los bloques con diferentes porcentajes de fibras de PET, lo cual permitirá tomar decisiones informadas en la utilización de estos materiales. **Socialmente es importante** porque, el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales de construcción puede mejorar la calidad de las viviendas y edificios, aumentando la seguridad y el confort de las personas que habitan o trabajan en ellos; además, es una alternativa económica para la construcción, lo que puede mejorar la accesibilidad a viviendas y edificios para sectores de bajos ingresos, esto ayudará a dar una mejor calidad de vida a la población y en especial a aquellas que viven en la ciudad de Huaraz.

Se planteó como **objetivo general**; evaluar la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023. Y como **objetivos específicos**, analizar el efecto del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físicas de los bloques de concreto, determinar la influencia del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto, y comparar los resultados obtenidos con las normas y estándares vigentes para bloques de concreto utilizados en construcción.

Por último se planteó como **hipótesis general**; si la inclusión de las fibras de polietileno tereftalato afectará significativamente las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023. Y como **hipótesis específicas**, si el

aumento del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato influirá significativamente en las propiedades físicas de los bloques de concreto, la inclusión de fibras de polietileno tereftalato afectará significativamente las propiedades mecánicas de los bloques de concreto, y los bloques de concreto con fibras de polietileno tereftalato cumplirán con las normas y estándares vigentes para bloques de concreto utilizados en construcción.

## II. MARCO TEÓRICO

Para comenzar con la revisión teórica primero se revisaron los antecedentes, **a nivel internacional**, se encontraron:

Bahij, Omary, Steiner, Feugeas, & Ibrahimkhil (2022). En Francia, en su estudio efectos del tejido de PET, sobre las características en fresco y endurecidas del hormigón. Tuvieron como objetivo determinar estos efectos. La metodología fue descriptiva con enfoque cuantitativo, la muestra fue de 36 bloques de concreto. Donde encontraron como resultados que por medio de la incorporación de 0.75% de PET, que la resistencia a la compresión a los 7 días fue de 183.549 kg/cm<sup>2</sup> y a la flexión de 2.2 Mpa. A los 14 días fue de 234.53 kg/cm<sup>2</sup> y de 2.7 Mpa. Y a los 28 días fue de 305.91 kg/cm<sup>2</sup> y de 3.8 Mpa. Concluyendo que a este porcentaje el material alcanzó su rendimiento máximo después de 28 días de curado.

Huang, Zhang, Zheng, Wu, Fu, Easa, & Qiu (2022). En China, en su estudio rendimiento de hormigón celular y preparación con refuerzo de PET y modificación con dopamina. Tuvieron como objetivo, investigar el efecto del refuerzo del PET sobre este material. La metodología fue descriptiva y cuantitativa, utilizando como muestra 48 bloques. Los resultados fueron que la resistencia a la compresión y flexión y 2.0% fueron; para concentraciones al 0.1%; la resistencia a la compresión a los 28 días fue de 296.80 kg/cm<sup>2</sup> y 3.59 Mpa. Para el 2.0%; la resistencia a la compresión a los 28 días fue de 315.56 kg/cm<sup>2</sup> y 3.84 Mpa. Concluyeron que, el clorhidrato de dopamina para mejora la adhesión interfacial entre fibras PET con el hormigón.

Deraman, Nawi, Yasin, Ismail, & Ahmed (2021). En Malasia para su estudio uso de residuos de PET para producir ladrillos de cemento y arena con baja conductividad térmica. Tuvieron como objetivo, usar estos residuos para la fabricación de ladrillos tomando en consideración sus propiedades. La metodología fue descriptiva, la muestra fue de 45 ladrillos. Los resultados fueron que al aplicar residuos de PET de 2,5%, 5% y 7,5% en peso a los 7 y 28 días. Para el 2.5% encontraron que la densidad vario de 2198.19 kg/m<sup>3</sup> a 2184.15 kg/m<sup>3</sup>. Para el 5.0% vario de 2163.30 kg/m<sup>3</sup> a

2146.85 kg/m<sup>3</sup>. Para el 7.5% vario de 2114.45 kg/m<sup>3</sup> a 2093.24 kg/m<sup>3</sup>. La resistencia a la compresión para el primero fue de 4.20 Mpa a los 7 días y 5.10 Mpa a los 28 días. Para el segundo fue de 2.60 Mpa y 3.90 Mpa respectivamente. Para el tercero vario de 2.00 a 3.10 Mpa. La absorción de agua para el primero varió de 234.12 a 264.08 kg/m<sup>3</sup>. Para el segundo de 252.84 a 294.05 kg/m<sup>3</sup>. Para el tercero de 273.45 a 312.78 kg/m<sup>3</sup>. Concluyeron que al agregar una proporción adecuada de PET, se mejoran las características mecánicas del ladrillo.

Jaramillo, Gómez, & Quintero (2021). En Colombia, en su investigación determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques permeables. Tuvieron como objetivo determinar estas propiedades. La metodología fue descriptiva, y la muestra fue de 40 bloques. Los resultados fueron que para el 10% de adición de PET; encontraron una resistencia a la compresión media de 63.60Kgf/cm<sup>2</sup>, una absorción de 5.66%, y una densidad de 2.17 g/cm<sup>3</sup>. Para el 15% de adición; 35.80 Kgf/cm<sup>2</sup>, 7.60%, y 1.93 g/cm<sup>3</sup>. Y Para el 20% de adición; 46.30 Kgf/cm<sup>2</sup>, 6.778%, y 1.95 g/cm<sup>3</sup>. Concluyeron que las mejores características se obtuvieron al 10% de adición de PET.

Chandrasekhar, & Sridhar (2021). En Australia, en su estudio características mecánicas de geopolímeros elaborados a partir de cenizas volantes, fortalecidos mediante la inclusión de fibras de PET. Tuvieron como objetivo, determinar estas características. La metodología fue de carácter descriptivo, donde se utilizó una muestra de 54 bloques. Los resultados encontrados fueron que la incorporación de geopolímero y fibra PET reciclado al 1% y 1.5% encontraron a los 28 días; que la resistencia a la compresión para el primero tuvo un mínimo de 356.90 kg/cm<sup>2</sup> y un máximo de 560.90 kg/cm<sup>2</sup>. Y para el segundo tuvo un mínimo de 469.06 kg/cm<sup>2</sup> y un máximo de 662.81 kg/cm<sup>2</sup>. Para la resistencia a la flexión el primero vario de 0.5 Mpa a 1.5 Mpa. Y para el segundo de 2.5 a 5 Mpa. Concluyeron que al 1.5% mejoraron las características mecánicas de los bloques de concreto.

Algourdin, Pliya, Beaucour, Simon, & Noumowé (2020). En Francia en su investigación, influencia de las fibras PET y acero para el desconchado térmico y las



características físicas y mecánicas de hormigón. La metodología fue cuantitativa, con muestra de 48 bloques. Los resultados fueron que por medio de la adición de fibras de en proporción de 0.75 a comparación del control en promedio a los 28 días encontraron que; la densidad fue de 2447 kg/m<sup>3</sup> y de 2336 kg/m<sup>3</sup>, la porosidad fue de 8.6 % y de 11.00%. Y La fuerza de compresión fue de 81.3 Mpa y 65.2 Mpa. Concluyeron que la adición de fibras mejoraron las características físicas y mecánicas del hormigón.

Al-Hadithi, Noaman, & Mosleh, (2019). En Irak en su investigación, propiedades mecánicas y comportamiento a impactos de hormigón reforzado con PET. El objetivo fue estudiar estas propiedades. La metodología fue descriptiva, siendo la muestra de 60 bloques. Los resultados fueron que las diferentes proporciones volumétricas (0.25 %, 0.50 %, 0,75%, 1,00%, 1,25%, 1,50%, 1,75% y 2,00%); en ese orden encontraron, que la resistencia a la compresión fue de: 56 Mpa, 62 Mpa, 66 Mpa, 68 Mpa, 69 Mpa, 72 Mpa, 66 Mpa y 55 Mpa. La resistencia a la flexión fue de: 4.8 Mpa, 5.1 Mpa, 5.7 Mpa, 6.2 Mpa, 6.9 Mpa, 7.4 Mpa, 6.9 Mpa, y 5.8 Mpa. Concluyeron que a 1.50%, se mejoran las características mecánicas en el hormigón.

Del mismo modo, se estableció la revisión **a nivel nacional**, encontrando a los siguientes autores:

Espinoza, & Martínez (2022). En su estudio de tesis, influencia del suplemento de PET HD en la propiedad mecánica del concreto F'c 210Kg/cm<sup>2</sup>, Huánuco. Tuvo como objetivo determinar esta influencia sobre esta propiedad. La metodología fue de tipo experimental y aplicada. La muestra estuvo constituida por 60 probetas. Los resultados fueron que por medio de tres dosificaciones diferentes de adición de polietileno de alta densidad (5%, 7% y 10%) y después de 28 días encontraron; para la dosis de 5% la resistencia a la compresión fue de 228.44 Kg/ cm<sup>2</sup>, para el 7.00% fue de 207.7 Kg/ cm<sup>2</sup> y para el 10.00% de 178.25 Kg/ cm<sup>2</sup>. Concluyendo que al 5.00% las características mecánicas fueron mejores.

Huamán, & Garibay (2022). En su estudio de tesis, análisis del uso de plástico para la mejora de propiedades mecánicas del concreto en viviendas. Tuvo como objetivo, analizar las características mecánicas del concreto. La metodología fue descriptiva, aplicada, experimental; la muestra fue de 10 probetas. Los resultados fueron que por medio de la adición del 3.00% de PET a los 21 y 28 días encontraron; para el primer tiempo la resistencia a la compresión vario de 235.5 Kg/ cm<sup>2</sup> a 256.2 Kg/ cm<sup>2</sup>. Para el segundo vario de 236.6 Kg/ cm<sup>2</sup> a 269.0 Kg/ cm<sup>2</sup>. La resistencia a la flexión a los 28 días fue de 25 KN. Concluyeron que a los 28 días en esta proporción se mejoran las características del concreto, explicando esta mejora por el tiempo de curado.

Ortiz (2022). En su estudio influencia de la adición del PET en sus propiedades mecánicas para concreto  $F_c=210\text{kg/Cm}^2$ . Tuvo como objetivo, evaluar las características mecánicas. La metodología que utilizó fue descriptiva, aplicada y con diseño experimental, la muestra que utilizó fue de 36 probetas. Los resultados fueron que en intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días; encontró para un porcentaje de 1% de PET, la esta resistencia fue de 140.600 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 217.020 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 302.240 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Para un porcentaje de 2.00% de PET esta fue de 152.800 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 223.860 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, y 319.670 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Para un porcentaje de 3.00% de PET, la resistencia fue de 157.100 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 240.680 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 332.320 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Concluyendo que con una adición al 3.00% se mejoran las características mecánicas del concreto en los tiempos establecidos para el curado.

Pizango & Rodríguez (2022), en su estudio de tesis evaluación de propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto de 2 huecos con incorporación de fibras de caucho reciclado. Plantearon como objetivo, evaluar estas propiedades. La metodología fue descriptiva, cuantitativa, donde utilizaron como muestra 36 probetas. Los resultados fueron que se diseñaron mezclas con 5%, 10% y 15% de fibras de caucho a los 28 días. Para el primer porcentaje, se encontró una resistencia a la compresión de 113.53 kg/cm<sup>2</sup> y absorción de 3.55%. Para el segundo 105.27 kg/cm<sup>2</sup> y 2.53%. Y para el tercero de 85.03 kg/cm<sup>2</sup> y 1.69%. Concluyeron que, al 5.00% se

mejoraron las propiedades mecánicas.

Farías (2019). En su investigación influencia del porcentaje de PET en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto-2018. El objetivo fue determinar estas propiedades. La metodología fue descriptiva- cuantitativa, la muestra fue de 60 probetas. Los resultados fueron que las concentraciones de 5%, 15% y 30%. El bloque con un 5.00% de sustitución tiene una resistencia a la compresión de 77.38kg/cm<sup>2</sup>, la densidad fue de 2.15 gr/cm<sup>3</sup>. Para un 15.00% la compresión fue de 80.85kg/cm<sup>2</sup>, la densidad fue de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>. Para un 30% el valor fue de 69.43kg/cm<sup>2</sup> y 2.06 gr/cm<sup>3</sup>. Concluyendo que al 15.00% se encontraron las mejores características.

Del mismo modo se revisaron las bases teóricas, donde comenzó definiendo la **variable independiente; fibras de polietileno tereftalato**, que también son conocidas como PET, son un tipo de fibra sintética que se obtiene a partir del reciclaje de botellas de plástico (Adnan, & Dawood, 2020); De acuerdo con El-Naga, & Ragab (2019), son una clase de fibras sintéticas que se fabrican a partir del polímero PET mediante un proceso de extrusión y estirado. Estas fibras tienen propiedades mecánicas y químicas muy interesantes, que las hacen adecuadas para su uso en la industria constructiva.

Entre las propiedades más destacadas de las fibras PET se encuentra su alta resistencia a la tracción, lo que las convierte en un material muy resistente y duradero. Además, estas fibras son resistentes a la corrosión, no se pudren y son fáciles de procesar. (Abed, Khaleel, Aldabagh, & Sor, 2021). Todo esto las hace muy versátiles y adecuadas para su uso en diferentes aplicaciones.

En construcción, las fibras PET se han utilizado como refuerzo en diferentes materiales, como el concreto, el asfalto, el mortero y otros materiales compuestos (El-Naga, & Ragab, 2019). Estas fibras son capaces de mejorar significativamente las propiedades mecánicas de estos materiales, aumentando su resistencia a la tracción, la flexión y el impacto.

Además, el uso de fibras PET en la construcción también tiene ventajas medioambientales, ya que permite reciclar y reutilizar materiales que de otra manera podrían acabar en vertederos o en el ambiente (Luo, Selvam, Vlachos, & Ierapetritou, 2023). En resumen, las fibras PET son un material versátil y resistente que tiene múltiples aplicaciones en la construcción y que también ofrece ventajas medioambientales muy interesantes.

Del mismo modo se define; como **dimensión** el **porcentaje en masa de fibras** de polietileno tereftalato agregadas al bloque de cemento; que se refiere a la cantidad de fibras de polietileno tereftalato que se han incorporado al bloque de cemento en relación con su peso total. Esta dimensión es importante en la construcción y la ingeniería civil, ya que la adición de fibras puede mejorar la resistencia a la tracción y la durabilidad del bloque de cemento. El porcentaje en masa se expresa como una fracción o un porcentaje y se determina mediante la medición precisa del peso de las fibras de polietileno tereftalato y del bloque de cemento antes y después de la adición de las fibras (Marani, & Nehdi, 2019).

También se define como; una medida importante para fabricar bloques de cemento (Da Silva., *Et al*, 2021). El porcentaje en masa se refiere a la cantidad de fibras de polietileno tereftalato que se han incorporado al bloque de cemento en relación con su peso total, y se expresa en términos de fracción o porcentaje (Marsiglio., *Et al*, 2020). Para obtener una mezcla homogénea y uniforme, es importante controlar cuidadosamente la cantidad de fibras de polietileno tereftalato que se agregaran al bloque de cemento (Krasna, Noor, & Ramadani, 2019). La medición precisa del peso de las fibras y del bloque de cemento antes y después de la adición de las fibras es esencial para determinar con exactitud el porcentaje en masa de las fibras y garantizar la calidad del bloque de cemento reforzado con fibras.

Del mismo modo se define como **variable dependiente**, **las propiedades físico-mecánicas** que son las características de los materiales que describen su comportamiento cuando se someten a fuerzas externas (Reis, Ribeiro, & Reis, 2020).

Estas propiedades son esenciales para determinar la idoneidad de un material para una determinada aplicación (Muñoz, Letelier, Muñoz, & Bustamante, 2020). Algunas de las propiedades físico-mecánicas más importantes incluyen la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión, la elasticidad, la dureza, la tenacidad, la fragilidad, la rigidez, la ductilidad, la fluidez y la densidad (Dormohamadi, & Rahimnia, 2020). La combinación única de estas propiedades en un material puede determinar su capacidad para soportar cargas, resistir la deformación y mantener su integridad estructural en diferentes condiciones ambientales (Valente, Sambucci, Sibai, & Musacchi, 2020). En síntesis, es importante entender cómo estas propiedades físico-mecánicas se relacionan con las características de los materiales y cómo se pueden mejorar mediante el uso de nuevos materiales y técnicas de diseño.

Como **primera dimensión** para esta variable, se revisó **las propiedades físicas** se refieren a las características intrínsecas de un material que se pueden medir o cuantificar sin alterar su composición química o estructura molecular (Bhosale, Zade, Sarkar, & Davis, 2020). Las propiedades físicas del concreto, como la densidad, la absorción de agua y la porosidad, son importantes para determinar la resistencia y durabilidad de las estructuras construidas con este material (Vilela., *Et al*, 2020). Estas propiedades pueden ser medidas en unidades específicas para el concreto, como kilogramos por metro cúbico o porcentaje de masa (Nakkeeran, & Krishnaraj, 2023). Es importante tener en cuenta que las propiedades físicas del concreto pueden variar según la mezcla y el proceso de curado utilizado en su producción.

**La densidad** es una propiedad física que describe la cantidad de masa presente en un material por unidad de volumen ocupado por el mismo (Thejas, & Hossiney, 2022). Se expresa por lo general en unidades que se relacionan con la masa por unidades de volumen; por ejemplo  $\text{kg/m}^3$  o  $\text{g/cm}^3$  (Liu., et al, 2020). La densidad es una medida importante en la industria de la construcción, ya que afecta la resistencia y durabilidad de los materiales utilizados en estructuras y edificaciones (Kongkajun., et al, 2020).

**La absorción** de agua es una propiedad física importante que mide la cantidad de agua que un material podrá absorber en relación a su peso o volumen (Muñoz., et al,

2020). Esta propiedad se utiliza para evaluar la capacidad de un material para resistir la humedad y la degradación, y se expresa comúnmente en porcentaje (Thejas, & Hossiney, 2022). La absorción de agua repercute sobre las propiedades mecánicas y la durabilidad de los elementos constructivos (Marsiglio., *Et al*, 2020). Por lo tanto, es importante tener en cuenta la absorción de agua al seleccionar materiales para aplicaciones en ambientes húmedos o expuestos a la intemperie.

**La porosidad** se refiere a la propiedad física definida como la proporción de espacios vacíos o poros en un material en relación a su volumen total (Thakur, Senthil, Sharma, & Singh, 2020). Estos poros pueden ser microscópicos o visibles a simple vista y su presencia afecta las características del material, como su resistencia a la compresión, permeabilidad y capacidad para absorber líquidos y gases (Jannat., *Et al*, 2021). En la construcción, la porosidad es una propiedad importante a considerar al seleccionar materiales para diferentes aplicaciones, ya que puede afectar su durabilidad y rendimiento a largo plazo.

Como **segunda dimensión**, se revisó **las propiedades mecánicas** se refieren a las características de los materiales que están relacionadas con su capacidad para soportar cargas y deformaciones bajo la aplicación de fuerzas externas (Rehman, Ahmad, & Rashid, 2020). Estas propiedades incluyen la resistencia, elasticidad, dureza, tenacidad, ductilidad, fragilidad, rigidez, entre otras (Bhosale., *et al*, 2020). La comprensión de las propiedades mecánicas de un material es esencial para determinar su comportamiento y rendimiento en diferentes aplicaciones, incluyendo la construcción y la ingeniería civil.

Algunos autores la definen como; atributos de los materiales que describen su comportamiento bajo diferentes tipos de cargas, deformaciones o tensiones. Estas propiedades se miden mediante pruebas mecánicas y son utilizadas para evaluar la calidad, la durabilidad y la capacidad de los materiales para soportar cargas y esfuerzos (Ghiassi, Vermelfoort, & Lourenço, 2019). Otros la definen como; características intrínsecas de los materiales que determinan su capacidad para resistir

deformaciones, tensiones, fracturas, impactos y otras formas de esfuerzos mecánicos (Ghafari & Hasan, 2021) y otros como; medidas que describen la capacidad de los materiales para soportar cargas y esfuerzos externos sin deformarse o fallar (Marsiglio., *Et al*, 2020).

Algunas propiedades mecánicas comunes incluyen; **la resistencia a la compresión** que describe la capacidad de un material para soportar cargas de compresión sin fracturarse o deformarse permanentemente (Asteris, & Mokos, 2020). Se mide en unidades de presión, como kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ) o megapascales (MPa), y se determina mediante pruebas de compresión que aplican una carga gradualmente creciente hasta que se produce la fractura del material (Armaghani, & Asteris, 2021). Esta propiedad es importante para garantizar la estabilidad y la seguridad de estructuras y elementos constructivos (Ly, Nguyen, & Tran, 2021). Otros definen esta como, la máxima presión que puede soportar un material antes de que se produzca su fractura o falla por compresión (Marsiglio., *Et al*, 2020). Esta propiedad se utiliza en la evaluación de la calidad y durabilidad de los materiales. También se dice que es una medida de las capacidades de un material para resistir una fuerza de compresión que actúa en su dirección longitudinal.

**Módulo de elasticidad**, se refiere a la medición de la rigidez de un material, es decir, su capacidad para tomar su forma original siendo sometido a una carga o deformación (Carrillo, Ramírez, & Lizarazo, 2019). Se mide en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ) y se determina mediante pruebas de tensión (Denver, 2021). Este también es conocido como módulo de Young, y describe su resistencia a la deformación bajo una carga externa (Zhang, & Xu, 2022). También se le describe cómo; la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación resultante, y se expresa en unidades de presión, como kilopascales (kPa) o megapascales (MPa) (Góra, & Szafraniec, 2020). En resumen, esta propiedad es una medida relacionada con la rigidez y la capacidad para que los materiales recuperen su forma original después de someterse a una carga o deformación, y se determina mediante pruebas de tensión.

**La dureza** por su parte mide la resistencia a la deformación plástica, el rayado o la penetración por otros materiales más duros (Yang, Li, & Zhao, 2019). Esta propiedad se expresa en unidades de dureza y se puede medir mediante varios métodos, como la escala de Mohs, la escala de Rockwell, la escala Vickers, entre otras (Olugbade, & Lu, 2020). En general, cuanto mayor sea la dureza de un material, más difícil será deformarlo o dañarlo. Por lo tanto, la dureza es una propiedad importante a considerar en la selección y aplicación de materiales en diferentes industrias y aplicaciones (Phani, & Oliver, 2019). Es importante tener en cuenta que estas propiedades mecánicas varían en función del tipo de material y las condiciones a las que se someta (Armaghani, & Asteris, 2021).

**Complementando esta información** es necesario tomar en cuenta, **el ACI** (Instituto Americano del Concreto) que define el diseño de mezclas de concreto como el proceso de seleccionar los materiales adecuados y sus proporciones para obtener un concreto con las propiedades deseadas, como resistencia, trabajabilidad y durabilidad (Chhachhia, 2020). Este diseño según el ACI es un proceso sistemático que implica la selección de los materiales, la determinación de las proporciones y la evaluación de la resistencia y otras propiedades del concreto resultante (Ejiogu, Mamza, Nkeonye, & Yaro, 2020). Este establece que el diseño se basa en las propiedades de los materiales disponibles, las condiciones ambientales de la obra, los requerimientos del proyecto y los criterios de durabilidad, seguridad y economía (Li, Shi, Zhang, Wang, & Liu, 2019). Estos diseños de mezclas buscan obtener una mezcla que cumpla con los requisitos de resistencia y durabilidad establecidos por el proyecto, utilizando los materiales disponibles en la región donde se lleva a cabo la obra (Denver, 2021). En síntesis esta debe de permitirnos ajustar las proporciones de los materiales para obtener un concreto con las propiedades deseadas, asegurando la calidad y la uniformidad de la mezcla a lo largo de toda la obra.

Se debe de tener en cuenta que en Perú, las características de las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de concreto están reguladas por la **Norma Técnica Peruana NTP 339.011**, estableciendo parámetros mínimos necesarios para los ladrillos de



concreto destinados a ser utilizados en la construcción (Instituto Nacional de Calidad, 2004). Algunas de las características de las propiedades físico-mecánicas que esta norma específica son; resistencia a la compresión; los ladrillos de concreto deben tener una resistencia mínima de 35 kg/cm<sup>2</sup>. Esta resistencia se mide en la dirección perpendicular a la superficie de la cara del ladrillo. Del mismo modo, deben tener una resistencia a la flexión igual o mayor a 5,5 kg/cm<sup>2</sup>. La absorción de agua que en ladrillos de concreto no debe ser superior al 16% de su peso. Esta característica se mide mediante un ensayo de inmersión en agua. La densidad; la densidad de los ladrillos de concreto no debe ser inferior a 1.500 kg/m<sup>3</sup>. Esta característica se mide mediante un ensayo de pesaje del ladrillo. Dimensiones; los ladrillos de concreto deben tener dimensiones uniformes y estar dentro de los límites que se establece en la norma. La norma también establece requisitos para otras características como; la permeabilidad, la resistencia al impacto y la adherencia. Todos estos requisitos tienen como objetivo garantizar la calidad y la durabilidad de los ladrillos de concreto utilizados en la construcción en Perú.

Por otro lado, las características de las propiedades físico-mecánicas del drywall y las planchas de fibrocemento están reguladas por la Norma Técnica Peruana NTP 334.010 (Instituto Nacional de Calidad, 2007) y NTP 334.051 (Instituto Nacional de Calidad, 2006), respectivamente. Algunas de las características de las propiedades físico-mecánicas que estas normas especifican son; para el primero; la resistencia a la flexión que debe de ser igual o superior a 1,70 kN/m, la resistencia a la compresión del núcleo de yeso de las placas de drywall debe ser de al menos 5 kgf/cm<sup>2</sup>. La densidad que no debe ser menor a 800 kg/m<sup>3</sup>. La absorción de agua que debe de ser menor o igual a 5% de su peso seco. La estabilidad dimensional, que no deben deformarse ni deformarse significativamente debido a los cambios de temperatura o humedad. Resistencia al fuego; debiendo de cumplir con la norma ASTM E119 o la norma peruana NTP 325.002. Y para los segundos o las planchas de fibrocemento; la resistencia a la flexión de las planchas de fibrocemento debe ser igual o superior a 6,5 MPa; deben cumplir con una resistencia a la compresión de al menos 170 kgf/cm<sup>2</sup>. La densidad no debe ser menor a 1.400 kg/m<sup>3</sup>. La absorción de agua debe ser menor o

igual a 30% de su peso seco. Y la estabilidad dimensional, debe cumplir con que no deben deformarse ni deformarse significativamente debido a los cambios de temperatura o humedad. Por último deben cumplir con la norma ASTM E136 o la norma peruana NTP 325.012. Para la resistencia al fuego.

Es importante tener en cuenta que estos son solo algunos de los requisitos que establecen las normas NTP 334.010 y NTP 334.051 para el drywall y las planchas de fibrocemento, respectivamente. Estas normas también establecen requisitos para otras características como la resistencia al impacto, la permeabilidad, la adherencia, entre otras. Todos estos requisitos tienen como objetivo garantizar la calidad y la durabilidad de estos materiales utilizados en la construcción en Perú.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación**

La investigación será de **tipo aplicada**, según Álvarez (2020) en la universidad de Lima señala que esta forma de investigar tiene como propósito principal la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, con la finalidad de resolver situaciones específicas o mejorarlas en el mundo real, aprovecha principios y conceptos teóricos para diseñar y desarrollar soluciones concretas que puedan ser aplicadas en la vida real.

##### **Diseño de investigación**

El presente estudio tendrá **diseño experimental**, de tipo cuasi experimental de acuerdo con Galarza, (2021), esta se centra en manipular de manera controlada uno o varios factores para observar cómo afectan a una variable. Su principal objetivo es establecer una relación de causa y efecto entre las variables estudiadas, este diseño se realiza en un ambiente altamente regulado, como un laboratorio, donde se pueden controlar las condiciones experimentales para asegurar la exactitud y fiabilidad de los resultados. La principal ventaja de este diseño es que permite un elevado control sobre las variables del estudio, lo que resulta en resultados muy confiables y precisos. No obstante, también tiene algunas limitaciones, ya que los entornos de laboratorio pueden diferir de la realidad, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otros entornos o situaciones.

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### **Variable 1: Fibras de polietileno tereftalato**

Son una clase de material sintético que se produce a partir de polímeros termoplásticos de tereftalato de polietileno. Debido a sus propiedades mecánicas, como su resistencia a la tracción, la abrasión y el desgarró, estas fibras se utilizan ampliamente en la industria textil y de embalaje (Mukherjee & Mishra, 2021).

## **Variable 2: Propiedades físico mecánicas**

Se refieren a las características que presentan los materiales en respuesta a fuerzas externas. Estas propiedades pueden ser diversas, como la resistencia, elasticidad, dureza, fragilidad, tenacidad, rigidez, ductilidad, entre otras (Ghafari & Hasan, 2021).

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

| Variables  | Definición conceptual   | Definición Operacional  | Dimensiones   | Indicadores   | Instrumento          | Escala de medición |
|--|---|---|---|---|----------------------|--------------------|
| <b>Variable Independiente:</b><br><b>Fibras de polietileno tereftalato</b> | Las fibras de polietileno tereftalato, también conocidas como fibras PET, son un tipo de material sintético hecho a partir de polímeros termoplásticos de tereftalato de polietileno. Estas fibras se utilizan comúnmente en la industria textil y de embalaje debido a sus propiedades mecánicas, tales como su alta resistencia a la tracción, a la abrasión y al desgarro (Mukherjee & Mishra, 2021) | Son las diferentes mediciones de proporciones de fibra que se utilizaran y que afecta las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizado en la construcción de bloques.   | -Porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato agregadas al bloque de cemento | 15.00%,<br>20.00%,<br>30.00%  | Ficha de observación | Razón              |
| <b>Variable Dependiente:</b><br><b>Propiedades físico mecánicas</b>        | Las propiedades físico-mecánicas se refieren a las características que tienen los materiales en relación a su respuesta ante fuerzas externas. Estas propiedades pueden incluir la resistencia, elasticidad, dureza, fragilidad, tenacidad, rigidez, ductilidad, entre otras (Ghafari & Hasan, 2021).   | Se refiere a la medición de las características que definen la respuesta de los bloques de concreto ante fuerzas externas, como la compresión, flexión, tracción, impacto, fatiga, entre otras, y cómo la adición de fibras de polietileno tetrafolato en diferentes porcentajes afecta dichas propiedades. | -Propiedades físicas<br><br>-Prop. mecánicas  | -Densidad (gramo/centímetro cubico)<br>-Absorción de agua (medida en porcentaje)<br>-Porosidad (medida en porcentaje)<br><br>-Resistencia a la compresión (medida en kilogramos por centímetro cuadrado)<br>-Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Ficha de observación | Razón              |

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

#### Población:

La población en este estudio estuvo compuesta por **48 probetas de concreto de 210 km/cm<sup>2</sup>** elaborados en laboratorio durante el año 2023. Se deberá de tener en cuenta que las probetas son estándares de **15 cm x 30 cm** y de **15 cm x 15 cm x 50 cm** para resistencia a la flexión, las cuales se elaboraron por porcentaje y por días minimamente 2 repeticiones por prueba mecánica, del mismo modo, para las pruebas físicas se tomaron en cuenta las mismas probetas que las que fueron usadas en las pruebas mecánicas, puesto que primero se realizaron las pruebas físicas y luego las mecánicas.

Se refiere al grupo específico dentro de la población total que cumple con los criterios de inclusión establecidos para la investigación, es la que directamente se busca analizar o comprender en el estudio (Pastor, 2019).

**Tabla 2.** División de la población para resistencia a la compresión

| Grupos     | Días |    |    |           |
|------------|------|----|----|-----------|
| Porcentaje | 7    | 14 | 28 | Sub total |
| 0%         | 2    | 2  | 2  | 6         |
| 15%        | 2    | 2  | 2  | 6         |
| 20%        | 2    | 2  | 2  | 6         |
| 30%        | 2    | 2  | 2  | 6         |
| Total      |      |    |    | 24        |

**Tabla 3.** División de la población para resistencia a la flexión

| Grupos     | Días |    |    |           |
|------------|------|----|----|-----------|
| Porcentaje | 7    | 14 | 28 | Sub total |
| 0%         | 2    | 2  | 2  | 6         |
| 15%        | 2    | 2  | 2  | 6         |
| 20%        | 2    | 2  | 2  | 6         |
| 30%        | 2    | 2  | 2  | 6         |
| Total      |      |    |    | 24        |

- **Criterios de inclusión:** se seleccionaron probetas de concreto 210 kg/ cm<sup>2</sup> tomarán bloques a 7 días 14 días y 28 días; y aquellas que posean dosificaciones **de 0 %, 15%, 20% y 30%** de fibras de polietileno tereftalato.
- **Criterios de exclusión:** se dejaron de lado aquellos que no cuenten con el tiempo y porcentaje establecidos como criterios para su inclusión y probetas que tengan cangrejas o patologías severas.

**Muestra:**

**Se trabajó con la población total**, la cual estuvo dividida en 2 grupos con 24 bloques específicamente con concentraciones de 15.00%, 20.00% y 30.00% y 0% o el control que no tendrá adición de fibras, en las cuales se ejecutaran las pruebas físicas y mecánicas.

Esta se define como un subconjunto representativo de la población seleccionado para participar en la investigación. La elección de la muestra busca generalizar los resultados obtenidos de la muestra al conjunto completo de la población, permitiendo así hacer inferencias válidas sobre la característica o fenómeno estudiado (Pastor, 2019).

**Muestreo:**

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, este tipo de muestreo se define como es una técnica de selección de la muestra en la que los elementos de la población no tienen una probabilidad conocida de ser incluidos en la muestra, donde se seleccionan aquellos elementos más accesibles o convenientes para el investigador (Pastor, 2019).

**Unidad de análisis:** Probeta de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

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

**Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó la **observación**, que de acuerdo con Piza, Amaiquema, & Beltrán (2019) es una técnica de investigación que consiste en recopilar información a través de la observación directa y sistemática de un fenómeno o situación, sin intervenir en ella. La observación puede ser realizada de forma estructurada o no estructurada, y puede ser

tanto cualitativa como cuantitativa.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó la **ficha de observación** de ensayo de laboratorio, la cual es manejada por el laboratorio siendo validada por esta. De acuerdo con; Martínez (2022) es un instrumento utilizado en la observación sistemática de un evento o fenómeno. Consiste en un documento estructurado que permite registrar de manera organizada y sistemática las observaciones realizadas en el campo de estudio.

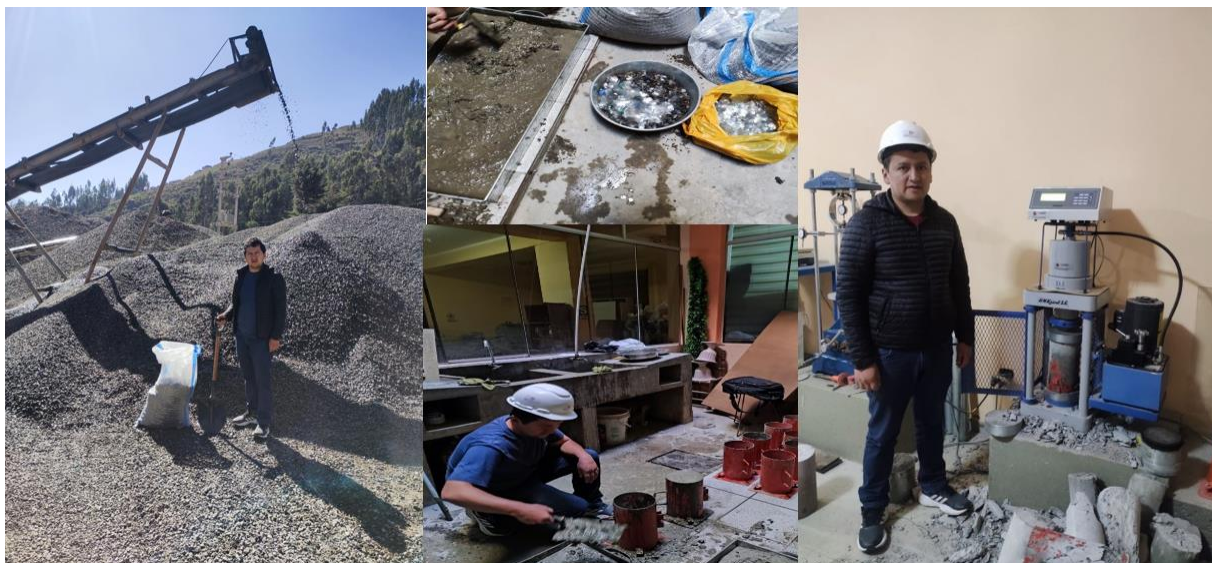
### **3.5. Procedimientos**

Inicio (mayo), se comenzó **obteniendo los materiales** para la elaboración de los bloques, este proceso durará aproximadamente una semana, en la siguiente semana se llevará a cabo la **preparación de los materiales y herramientas**, es decir se debe contar con los materiales necesarios para la elaboración de los bloques de concreto, así como también de las fibras de polietileno tereftalato en las concentraciones previamente mencionadas. Además, se acordó con el laboratorio el cual deberá de contar con los equipos de laboratorio necesarios para llevar a cabo los ensayos correspondientes, después se elaboraron los **bloques de concreto**, en este procedimiento se procedió a la elaboración de los bloques de concreto con las diferentes concentraciones de fibras de polietileno tereftalato, siguiendo las normas y estándares vigentes para la elaboración de bloques de concreto utilizados en construcción. Después se llevaron a cabo los **ensayos de laboratorio**; este proceso tendrá como fin evaluar las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto con las diferentes concentraciones de fibras de polietileno tereftalato. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, absorción de agua y densidad principalmente. Junto a este proceso se llevó a cabo la **observación**; es decir se realizará una observación sistemática y directa de los bloques de concreto elaborados con las diferentes concentraciones de fibras de polietileno tereftalato, con el fin de recopilar información adicional sobre su comportamiento.



Figura 1.

Procedimientos para la elaboración de bloques de concreto.



### 3.6. Método de análisis de datos

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de laboratorio y la información recopilada a través de la observación, se procedió a presentarlos en **tablas o figuras y a compararlos con las normas y estándares vigentes** para bloques de concreto utilizados en construcción en Perú. Finalmente, se presentaron los resultados obtenidos en forma de informe de investigación, en el cual se describieron las conclusiones obtenidas a partir del análisis de los datos y se realizaron recomendaciones para su uso en la construcción de estructuras.

### 3.7. Aspectos éticos

La investigación se desarrolló en base a no contravenir la **Constitución Política del Perú**, la cual establece los derechos y deberes fundamentales de los ciudadanos, así como las obligaciones del Estado para garantizar el bienestar y el desarrollo de la sociedad. En este sentido, se respetará la dignidad, la privacidad y la seguridad de las

personas, así como la protección de la propiedad y la integridad del patrimonio cultural del país.

Del mismo modo, se llevó a cabo de acuerdo con los principios éticos fundamentales de la investigación científica, que incluyen el **respeto a los derechos humanos**, la integridad científica y la responsabilidad social.

Se realizó la investigación sin dañar el **ambiente**, respetando la flora y fauna existente en el lugar donde se desarrollará la investigación.

Se **respetaron los derechos de propiedad intelectual de otros autores**, y se citó adecuadamente a todas las fuentes utilizadas en la investigación. Además, se tomaron medidas para evitar la falsificación, manipulación o tergiversación de los datos obtenidos durante la investigación.

Finalmente, se cumplió con todas las normas éticas y legales establecidas por la **Universidad César Vallejo** para la realización de investigaciones científicas, garantizando así la calidad y transparencia de los resultados obtenidos.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados que se cumplen en función del objetivo general, el cual es evaluar la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023, son detallados a continuación:

Tabla 4.

Resumen de los resultados generales y promedios

| 28 días Prom muestras                             | Variable independiente<br>Tereftalato de polietileno (PET) |        |        |        |
|---|--|--------|--------|--------|
|   | 0.00%  | 15.00% | 20.00% | 30.00% |
| Variable Dependiente                              |  |        |        |        |
| Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )                    | 2.48   | 2.36   | 2.27   | 2.19   |
| Absorción de agua (%)                             | 5.43%  | 6.26   | 6.35   | 6.38   |
| Porosidad (%)                                     | 6.68%  | 7.63   | 7.77   | 7.81   |
| Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | 211.83   | 140.25 | 224.25 | 185.60 |
| Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )    | 35.89  | 35.48  | 42.42  | 42.31  |

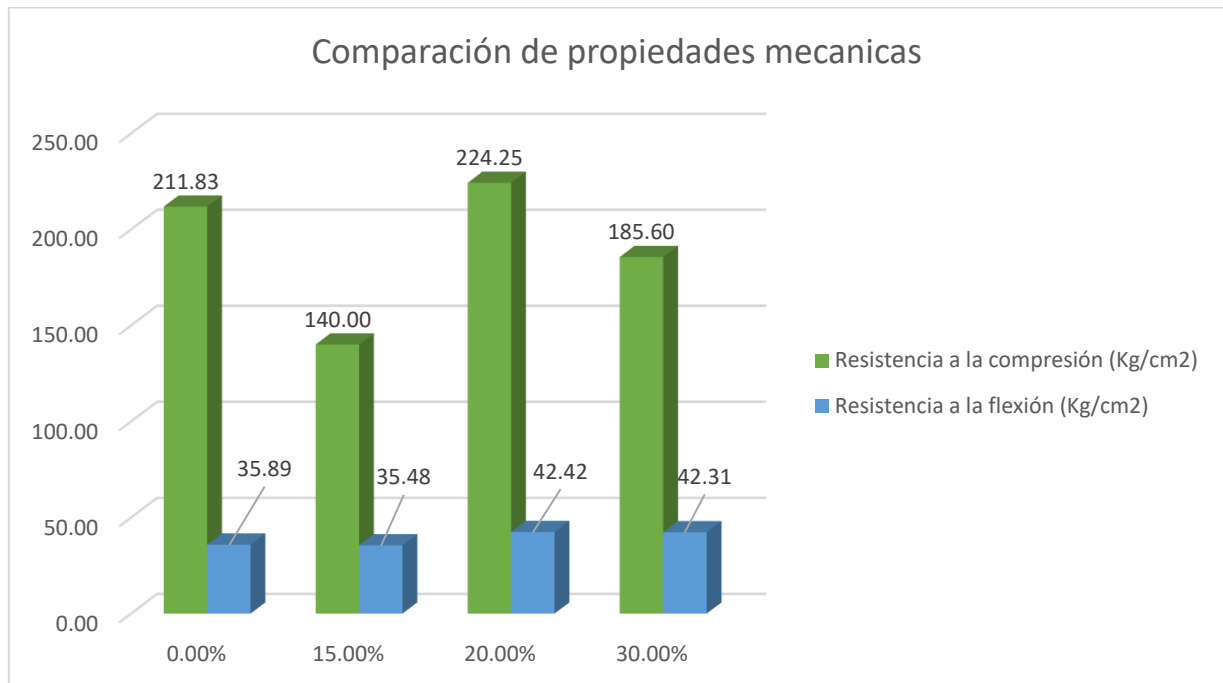
Interpretación:

De la tabla 4, la cual muestra los resultados obtenidos del cual:

Se pudo obtener a los 28 días que el mejor comportamiento de las propiedades físicas fue para el 30.00% donde la densidad fue de 2.19 gr/cm<sup>3</sup>, la absorción de agua fue de 6.38% y la porosidad fue de 7.81%, el peor comportamiento de propiedades mecánicas fue para el 15.00%, seguido por el 20.00% de volumen las propiedades cambiaron, pasando a ser la probeta menos densa con 2.36; 2.27 gr/cm<sup>3</sup>, la absorción fue mayor 6.26%, y 6.35%; del mismo modo, la porosidad fue superior con 7.63; y 7.77% respectivamente. Además, el concreto patrón tubo una densidad de 2.48 gr/cm<sup>3</sup>; 5.43% de absorción, 6.68%.

Figura 2.

Comparación de propiedades mecánicas



Interpretación:

De la figura 2, la resistencia a la compresión fue menor con respecto a la muestra control en los porcentajes de 15.00%, y 30.00% con 140.25 y 185.60 Kg/cm<sup>2</sup>; no obstante las características de compresión fueron mejores para el 20.00% con un promedio de 224.25 Kg/cm<sup>2</sup>; la resistencia a la flexión para el 15.00% fue menor al control con 35.48 Kg/cm<sup>2</sup>; no obstante al 20.00% y 30.00% estas fueron superiores con 42.42 Kg/cm<sup>2</sup> y 42.31 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 01, el cual es analizar el efecto del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físicas de los bloques de concreto, son los siguientes:

Tabla 5.

Resultados del objetivo específico 01, a los 7 días

| Porcentaje PET | 0%                |                       |               |
|----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
| 7-0%1          | 2.15              | 3.72                  | 5.48          |
| 7-0%2          | 2.16              | 3.65                  | 5.24          |
| 7-0%3          | 2.17              | 3.68                  | 5.16          |
| 7-0%4          | 2.12              | 3.67                  | 5.12          |
| Promedio       | 2.15              | 3.68                  | 5.25          |
| Porcentaje PET | 15%               |                       |               |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
| 7-15%1         | 2.09              | 4.18                  | 6.18          |
| 7-15%2         | 2.13              | 4.25                  | 6.13          |
| 7-15%3         | 2.07              | 4.1                   | 6.09          |
| 7-15%4         | 2.15              | 4.08                  | 6.07          |
| Promedio       | 2.11              | 4.15                  | 6.12          |
| Porcentaje PET | 20%               |                       |               |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
| 7-20%1         | 2.01              | 4.98                  | 6.87          |
| 7-20%2         | 2.12              | 4.72                  | 6.83          |
| 7-20%3         | 2.03              | 4.48                  | 6.81          |
| 7-20%4         | 2.14              | 4.92                  | 6.74          |
| Promedio       | 2.08              | 4.78                  | 6.81          |
| Porcentaje PET | 30%               |                       |               |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
| 7-30%1         | 2.02              | 4.94                  | 6.17          |
| 7-30%2         | 2.01              | 4.71                  | 6.14          |
| 7-30%3         | 2.05              | 4.76                  | 6.11          |
| 7-30%4         | 2.04              | 4.90                  | 6.07          |
| Promedio       | 2.03              | 4.83                  | 6.12          |

Interpretación:

De la tabla 5, la cual muestra los resultados obtenidos aplicando la NTP 339.031-1:2013 "Concreto Estructural - Requisitos de diseño y ejecución de obras de concreto estructural". A los 7 días, desarrollados en el laboratorio de concreto, del cual se pudo obtener para el concreto patrón (0%) una densidad de 2.15 gr/cm<sup>3</sup>, una absorción de

agua de 3.68% y una porosidad de 5.25%. los resultados de densidad fueron para el 15.00%, 20.00% y 30.00% fueron 2.11, 2.08 y 2.03 gr/cm<sup>3</sup>, la absorciones fueron de 4.15%, 4.78% y 4.83% y la porosidad fue de 6.12%, 6.81%, 6.12% respectivamente.

Tabla 6

Resultados del objetivo específico 01, a los 14 días

| Porcentaje PET |                                | 0%                    |               |  |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-0%1         | 2.51                           | 5.45                  | 6.71          |  |
| 14-0%2         | 2.48                           | 5.47                  | 6.68          |  |
| 14-0%3         | 2.46                           | 5.41                  | 6.68          |  |
| 14-0%4         | 2.48                           | 5.39                  | 6.66          |  |
| Promedio       | 2.48                           | 5.43                  | 6.68          |  |
| Porcentaje PET |                                | 15%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-15%1        | 2.36                           | 6.23                  | 7.65          |  |
| 14-15%2        | 2.37                           | 6.28                  | 7.61          |  |
| 14-15%3        | 2.36                           | 6.26                  | 7.59          |  |
| 14-15%4        | 2.34                           | 6.25                  | 7.65          |  |
| Promedio       | 2.36                           | 6.26                  | 7.63          |  |
| Porcentaje PET |                                | 20%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-20%1        | 2.3                            | 6.32                  | 7.77          |  |
| 14-20%2        | 2.23                           | 6.31                  | 7.75          |  |
| 14-20%3        | 2.26                           | 6.39                  | 7.78          |  |
| 14-20%4        | 2.27                           | 6.39                  | 7.76          |  |
| Promedio       | 2.27                           | 6.35                  | 7.77          |  |
| Porcentaje PET |                                | 30%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-30%1        | 2.18                           | 6.35                  | 7.85          |  |
| 14-30%2        | 2.21                           | 6.41                  | 7.85          |  |
| 14-30%3        | 2.19                           | 6.32                  | 7.78          |  |
| 14-30%4        | 2.19                           | 6.44                  | 7.76          |  |
| Promedio       | 2.19                           | 6.38                  | 7.81          |  |

Interpretación:

De la tabla 6, la cual muestra los resultados obtenidos a los 14 días, desarrollados en el laboratorio de concreto, del cual se pudo obtener para el concreto patrón (0%) una densidad de 2.17 gr/cm<sup>3</sup>, una absorción de agua de 5.83% una porosidad de 6.25%. al 15.00% se encontró que la densidad fue de 2.30 gr/cm<sup>3</sup>, al 20% 2.27 gr/cm<sup>3</sup> y al

30.00% 2.21 gr/cm<sup>3</sup>, la absorción fue respectivamente en ese orden 6.24%, 6.27% y 6.48%; la porosidad fue de 6.85%, 6.45% y 6.68%.

Tabla 7.

Resultados del objetivo específico 01, a los 28 días.

| Porcentaje PET |                                | 0%                    |               |  |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-0%1         | 2.37                           | 5.78                  | 6.28          |  |
| 28-0%2         | 2.53                           | 5.89                  | 6.29          |  |
| 28-0%3         | 2.46                           | 5.94                  | 6.24          |  |
| 28-0%4         | 2.51                           | 5.71                  | 6.19          |  |
| Promedio       | 2.47                           | 5.83                  | 6.25          |  |
| Porcentaje PET |                                | 15%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-15%1        | 2.32                           | 6.21                  | 6.88          |  |
| 28-15%2        | 2.28                           | 6.27                  | 6.83          |  |
| 28-15%3        | 2.33                           | 6.26                  | 6.85          |  |
| 28-15%4        | 2.27                           | 6.23                  | 6.85          |  |
| Promedio       | 2.3                            | 6.24                  | 6.85          |  |
| Porcentaje PET |                                | 20%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-20%1        | 2.31                           | 6.23                  | 6.51          |  |
| 28-20%2        | 2.22                           | 6.31                  | 6.48          |  |
| 28-20%3        | 2.27                           | 6.28                  | 6.41          |  |
| 28-20%4        | 2.28                           | 6.27                  | 6.4           |  |
| Promedio       | 2.27                           | 6.27                  | 6.45          |  |
| Porcentaje PET |                                | 30%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-30%1        | 2.23                           | 6.45                  | 6.71          |  |
| 28-30%2        | 2.21                           | 6.51                  | 6.72          |  |
| 28-30%3        | 2.19                           | 6.52                  | 6.66          |  |
| 28-30%4        | 2.21                           | 6.44                  | 6.62          |  |
| Promedio       | 2.21                           | 6.48                  | 6.68          |  |

Interpretación:

De la tabla 7, la cual muestra los resultados obtenidos a los 28 días, medidos en el laboratorio en este lapso y del cual se pudo obtener para el concreto patrón (0%) una densidad de 2.48 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción de agua de 5.43%, y una porosidad de 6.68%; del mismo modo, se encontró que desde el menor porcentaje al mayor; la densidad fue de 2.36; 2.27 y 2.19; así mismo, la absorción en ese orden fue de 6.26;

6.35 y 6.38% y la porosidad fue de 7.63, 7.77, y 7.81 %.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 02, el cual es determinar la influencia del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto, son los siguientes:

Tabla 8.

Resultados del objetivo específico 02 a los 07 días

| Porcentaje PET | 0%  |  |
|----------------|---|--|
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 7-0%1          | 197.76  | -  |
| 7-0%2          | 199.89  | -  |
| 7-0%3          | -   | 32.12  |
| 7-0%4          | -   | 31.91  |
| Promedio       | 198.83  | 32.01  |
| Porcentaje PET | 15%   |  |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 7-15%1         | 118.44  | -  |
| 7-15%2         | 118.56  | -  |
| 7-15%3         | -   | 32.33  |
| 7-15%4         | -   | 32.33  |
| Promedio       | 118.50  | 32.33  |
| Porcentaje PET | 20%   |  |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 7-20%1         | 178.67  | -  |
| 7-20%2         | 178.52  | -  |
| 7-20%3         | -   | 35.38  |
| 7-20%4         | -   | 35.58  |
| Promedio       | 178.60  | 35.48  |
| Porcentaje PET | 30%   |  |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 7-30%1         | 163.02  | -  |
| 7-30%2         | 159.98  | -  |
| 7-30%3         | -   | 36.19  |
| 7-30%4         | -   | 35.58  |
| Promedio       | 161.50  | 35.89  |

Interpretación:

De la tabla 8, la cual muestra los resultados obtenidos del cual:



Se pudo obtener a los 07 días para el concreto patrón (0.00%) tuvo, una resistencia a la compresión promedio de 198.83 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia a la flexión fue de 32.01 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, la resistencia a la compresión al 15.00% fue de 118.50kg/cm<sup>2</sup>, al 20.00% de 178.60 kg/cm<sup>2</sup>, y al 30.00% de 161.50 kg/cm<sup>2</sup>; la resistencia a la flexión para estos porcentajes fueron de 32.33, 35.48, 35.89 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 9.

Resultados del objetivo específico 02 a los 14 días

| Porcentaje PET | 0%  |   |
|----------------|---|---|
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 14-0%1         | 199.88  | -   |
| 14-0%2         | 202.64  | -   |
| 14-0%3         | -   | 33.75   |
| 14-0%4         | -   | 32.52   |
| Promedio       | 201.26  | 33.14   |
| Porcentaje PET | 15%   |   |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 14-15%1        | 133.50  | -   |
| 14-15%2        | 129.10  | -   |
| 14-15%3        | -   | 34.16   |
| 14-15%4        | -   | 33.75   |
| Promedio       | 131.30  | 33.96   |
| Porcentaje PET | 20%   |   |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 14-20%1        | 185.65  | -   |
| 14-20%2        | 180.75  | -   |
| 14-20%3        | -   | 37.93   |
| 14-20%4        | -   | 38.54   |
| Promedio       | 183.20  | 38.23   |
| Porcentaje PET | 30%   |   |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 14-30%1        | 168.42  | -   |
| 14-30%2        | 165.18  | -   |
| 14-30%3        | -   | 39.25   |
| 14-30%4        | -   | 38.44   |
| Promedio       | 166.80  | 38.85   |

Interpretación:

De la tabla 9, de los resultados obtenidos; se pudo obtener a los 14 días para el concreto patrón (0%), una resistencia a la compresión promedio de 201.26 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la flexión fue de 33.14 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión al 15.00% fue de 131.30 kg/cm<sup>2</sup>, al 20.00% fue de 183.20 kg/cm<sup>2</sup> y al 30.00% fue de 166.80 kg/cm<sup>2</sup>; la resistencia a la flexión fue de 33.96, 38.23 y 38.85 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 10.

Resultados del objetivo específico 02 a los 28 días

| Porcentaje PET | 0%  |   |
|----------------|---|---|
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 28-0%1         | 209.66  |   |
| 28-0%2         | 213.99  |   |
| 28-0%3         | -   | 35.38   |
| 28-0%4         | -   | 36.40   |
| Promedio       | 211.83  | 35.89   |
| Porcentaje PET | 15%   |   |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 28-15%1        | 137.76  | -   |
| 28-15%2        | 142.24  | -   |
| 28-15%3        | -   | 35.78   |
| 28-15%4        | -   | 35.18   |
| Promedio       | 140.00  | 35.48   |
| Porcentaje PET | 20%   |   |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 28-20%1        | 228.62  | -   |
| 28-20%2        | 219.88  | -   |
| 28-20%3        | -   | 43.34   |
| 28-20%4        | -   | 41.50   |
| Promedio       | 224.25  | 42.42   |
| Porcentaje PET | 30%   |   |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 28-30%1        | 185.73  | -   |
| 28-30%2        | 185.47  | -   |
| 28-30%3        | -   | 43.33   |
| 28-30%4        | -   | 41.29   |
| Promedio       | 185.60  | 42.31   |

Interpretación:

De la tabla 10, la cual muestra los resultados obtenidos del cual; se pudo obtener a los 28 días para el concreto patrón (0%) tuvo, una resistencia a la compresión promedio de 211.83 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia a la flexión fue de 35.89 kg/cm<sup>2</sup>. Para los tres porcentajes la resistencia a la compresión fue de 140.00, 224.25 y 185.60 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la flexión fue de 35.48, 42.42 y 42.31 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 03, el cual es comparar los resultados obtenidos con las normas y estándares vigentes para bloques de concreto utilizados en construcción, son los siguientes:

Tabla 11.

Comparación de rangos para propiedades físicas

| 28 días Prom muestras          | Rangos  | Variable independiente           |        |        |        |
|--------------------------------|---|----------------------------------|--------|--------|--------|
|                                |   | Tereftalato de polietileno (PET) |        |        |        |
| Variable Dependiente           | E.060, NTP 339.031-1:2013 y ASTM C642   | 0.00%                            | 15.00% | 20.00% | 30.00% |
| Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Liviano 1.4 - 1.6;<br>Mediano 1.6 - 1.85 ;<br>Pesado > 1.85                         | 2.48                             | 2.36   | 2.27   | 2.19   |
| Absorción de agua (%)          | <5 Buena calidad y compacidad; 5 -7 Moderada calidad, > 7 Durabilidad Inadecuada    | 5.43                             | 6.26   | 6.35   | 6.38   |
| Porosidad (%)                  | < 10 Buena calidad y compacidad; 10-15 Moderada calidad, >15 Durabilidad inadecuada | 6.68                             | 7.63   | 7.77   | 7.81   |

Interpretación:

De acuerdo a la Norma E.060 Norma de concreto armado, la NTP 339.031-1:2013 y la ASTM C642, se encontró que de acuerdo a los rangos de densidad establecidos y a pesar de agregar un material más suave todos los concretos tienen una densidad

pesada no obstante se puede ver una ligera disminución respecto al patrón; del mismo modo, tomando en cuenta la absorción de agua, los resultados encontrados son de moderada calidad, en cuanto a la porosidad de acuerdo a los resultados se encontró una calidad buena en todos los casos; no obstante el porcentaje sube a medida que se aplica mayor material PET.

Tabla 12.

Comparación de rangos para propiedades Mecánicas

| 28 días Prom muestras                             | Rangos  | Variable independiente           |        |        |        |
|---|---|----------------------------------|--------|--------|--------|
|   |   | Tereftalato de polietileno (PET) |        |        |        |
| Variable Dependiente                              | E.060 y NTP 399.034:2015; 339.216:2016; ASTM C39/C39 M-18; ASTM C231/C231 M-15/// NTP 339.079: 2012; ASTM C293/293 M-16 | 0.00%                            | 15.00% | 20.00% | 30.00% |
| Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | 173.35-285.52   | 211.83                           | 140.25 | 224.25 | 185.6  |
| Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )    | 3.06- 56.08   | 35.89                            | 35.48  | 42.42  | 42.31  |

Para la resistencia a la compresión se encontró que a un porcentaje de 15.00% no cumple con el rango propuesto, puesto que se establece valores de 173.35-285.52 Kg/cm<sup>2</sup>, no obstante la muestra control 0.00%, 20.00% y 30.00% se encuentran dentro de este rango por lo cual se dirá que son aceptables, debe de destacarse que el porcentaje de 20.00% tiene mejores características de compresión o su resistencia es mayor con 224.25 Kg/cm<sup>2</sup>; la cual puede usarse como material y para construcción de paredes, cumpliendo con las normas; E.060 y NTP 399.034:2015; 339.216:2016; ASTM C39/C39 M-18; ASTM C231/C231 M-15. Del mismo modo, Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>) fue adecuada en todos los casos, no obstante se destaca que la

flexión es mejor en el 20.00% y 30.00% de PET los cuales no varían tanto en diferencia las cuales cumplen con las NTP339.079: 2012; ASTM C293/293 M-16.

Tabla 13

Prueba t la inclusión de las fibras de polietileno tereftalato (IFPT) y propiedades físico-mecánicas (PFM) de bloques de concreto

|          |                                       | Diferencias emparejadas |                     |                            |  |          | t     | gl | Sig.<br>(bilateral) |
|----------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|--|----------|-------|----|---------------------|
|          |                                       | Media                   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |          |       |    |                     |
|          |                                       |                         |                     |                            | Inferior   | Superior |       |    |                     |
| Par<br>1 | IFPT<br>(Agrupada) -<br>PFM(Agrupada) | 0.075                   | 0.829               | 0.131                      | -0.190   | 0.340    | 0.521 | 47 | 0.042               |

Nota. Elaboración propia con datos analizados en el Spss V.25

Se encontró relación significativa entre las fibras de polietileno tereftalato (IFPT) y propiedades físico-mecánicas (PFM) de bloques de concreto con sig. bilateral de 0.042 demostrando la hipótesis planteada, el valor t fue de 0.521.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados que se cumplen en función del objetivo general, el cual es evaluar la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023, donde para el porcentaje del 20.00% a los 28 días fueron mejores con respecto al 15.00% y 30.00%; encontrando que la densidad fue de 2.27 gr/cm<sup>3</sup>; la absorción fue de 6.35%, la porosidad fue de 7.77%, la resistencia a la compresión fue de 224.25 Kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia a la flexión fue de 42.42 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las mejoras en las resistencias a la compresión si bien son observadas a diferentes volúmenes de fibras de PET. La resistencia a la compresión a los 28 días se puede atribuir a la distribución de fibras PET en el interior de la microestructura del hormigón. Esta condición lleva a un aumento de la homogeneidad y una disminución de los vacíos en el interior del concreto endurecido, haciéndolo así altamente cohesivo. De acuerdo a Gu y Ozbakkaloglu (2016) en **Al-Hadithi et al (2019)**, la inclusión de fibras de PET observa una mejora hasta un contenido óptimo, más allá de este contenido, se puede producir una degradación de las propiedades mecánicas debido a la debilidad en la matriz de cemento según lo informado por **Sharma y Bansal (2016)** citado por Al-Hadithi et al, (2019). La disminución en la mejora de la resistencia a la compresión surge del aumento en el volumen de las fibras, que se distribuyen irregularmente en la mezcla. De este modo, se altera la adherencia entre la pasta de cemento y la superficie de la fibra.

Estos resultados concuerdan con, Bahij, et al (2022). Que agrega 0.75% con respecto al peso y encuentra a los 28 días 305.91 kg/cm<sup>2</sup> y de 38.74 kg/cm<sup>2</sup>, debiendo esta diferencia principalmente a que este autor toma en cuenta el porcentaje de peso en kg y el estudio es el primero a nivel regional que toma en cuenta porcentajes de volumen, pues no se puede pretender estar pesando cuando se quieren producir nuevos materiales a gran escala, por lo que es mejor establecer un rango para adicionar esto, además si bien la resistencia a la compresión es diferente, la resistencia a la flexión encontrada en el presente estudio es superior. Del mismo modo es contrastable con Huang, et al (2022), que cambia el 0.1% en peso; encontrando que la compresión fue

de 296.80 kg/cm<sup>2</sup> y flexión 36.60 kg/cm<sup>2</sup>, además al 2.0%; la resistencia a la compresión fue de 315.56 kg/cm<sup>2</sup> y 39.15 kg/cm<sup>2</sup>; si bien se demuestran estos autores que a medida que aumenta el porcentaje en peso aumenta la resistencia a la compresión, estos no determinan en que límites comienzan las propiedades a perder características óptimas. La presente investigación, encuentra que en el rango de 20.00% al 30.00% las características de la mezcla son óptimas para el diseño de materiales. Del mismo modo, los resultados de densidad son parecidos a lo encontrado por Deraman, et al (2021), que encuentran densidades para el 2.5%, 5.0% y 7.5% 218.15, 214.85 y 209.3 gr/cm<sup>3</sup>; similar a lo encontrado en el presente estudio. Del mismo modo, concuerda con lo encontrado por Jaramillo, Gómez, & Quintero (2021), que encuentra una densidad media al 10.00% de 2.17 g/cm<sup>3</sup>, al 15.00% de 1.93 g/cm<sup>3</sup> y al 20.00% de 1.95 g/cm<sup>3</sup>; con absorciones que variaron entre 5.66% y 7.60%, si bien consiguen menor cantidad de resistencia, esto probablemente se deba a la carga expuesta.

A nivel nacional, se contrasta el estudio, con Espinoza, & Martínez (2022), que encuentran para el 5% una resistencia similar a la encontrada; se debe de tener en cuenta que el 30.00% de volumen es aproximadamente 9.00% de sustitución en peso el 20.00% el 6.00% y el 15.00% el 4.50%, de ahí que se encuentren valores similares 228.44 Kg/ cm<sup>2</sup>, no obstante para el 5.00%, del mismo modo, para el 7.00% encuentran valores de 207.7 Kg/ cm<sup>2</sup> y para el 10.00% de 178.25 Kg/ cm<sup>2</sup>. Del mismo modo se refuta lo encontrado por Huamán, & Garibay (2022), que encuentran resistencias de flexión a los 28 días de 0.25 Kg/ cm<sup>2</sup>, muy diferente a lo encontrado; explicándose esto probablemente esto por la carga aplicada o temas de diseño de probetas para medición de flexión de concreto. Del mismo modo, esto concuerda con Pizango & Rodriguez (2022). Que para 5.00% de volumen encuentra una absorción de 3.55%, para 10.00% una de 2.53%, y para 15.00% de 1.69%, probablemente debiéndose esto a la capacidad de adherirse del PET cuando existe sustitución de arena fina, se debe de tener en cuenta que el presente estudio sustituye la piedra chancada; por lo que los vacíos creados pueden ser mayores debiéndose a ello las diferencias entre absorción.

En función de los antecedentes y contrastando el estudio con estos, se puede sintetizar

que la influencia de las fibras de polietileno tereftalato sobre las propiedades físico mecánicas de bloques de concreto repercuten positivamente en el rango de sustitución de volumen de 20.00% y 30.00% por piedra chancada, no obstante las mejores características encontradas fueron al 20.00% para el estudio encontrando que la densidad fue de 2.27 gr/cm<sup>3</sup>; la absorción de 6.35%, la porosidad de 7.77%, la resistencia a la compresión de 224.25 Kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia a la flexión de 42.42 Kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto al análisis del efecto del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físicas de los bloques de concreto, después de siete días de curado, se obtuvieron los siguientes resultados para porcentajes de fibras del 15.00%, 20.00% y 30.00% respectivamente: densidades de 2.11, 2.08 y 2.03 gr/cm<sup>3</sup>, absorciones de 4.15%, 4.78% y 4.83%, y porosidades de 6.12%, 6.81% y 6.12%. Después de 14 días de curado, los valores obtenidos fueron los siguientes en el mismo orden: densidades de 2.30 gr/cm<sup>3</sup>, 2.27 gr/cm<sup>3</sup> y 2.21 gr/cm<sup>3</sup>; absorciones de 6.24%, 6.27% y 6.48%; y porosidades de 6.85%, 6.45% y 6.68%. Finalmente, después de 28 días de curado, se obtuvieron las siguientes densidades en el mismo orden: 2.36, 2.27 y 2.19. Las absorciones fueron de 6.26%, 6.35% y 6.38%, y las porosidades fueron de 7.63%, 7.77% y 7.81%.

Esto concuerda a nivel internacional con Deraman, et al (2021) que encuentra densidades similares a los 7 y 28 días variando de 2.09 gr/cm<sup>3</sup> a 2.19 gr/cm<sup>3</sup> tal y como se encuentra en el estudio; del mismo modo, concuerda con Jaramillo, Gómez, & Quintero (2021), que encuentran absorciones que varían de 5.66% a 7.60%. Además Algourdin, et al, (2020). Encuentra porosidades variables desde 8.6 % a 11.00%. En el contexto de nuestro país esto concuerda con, Pizango & Rodriguez (2022), que encuentran absorciones que variaron de absorción de 1.69% y 3.55%. Del mismo modo, Farías (2019). Encuentra densidades que varían de 2.06 a 2.15 gr/cm<sup>3</sup>. Si bien los resultados son similares; es importante tener en cuenta que los resultados pueden verse influenciados por varios factores, como la dosificación específica utilizada, las características de las fibras de PET y los métodos de fabricación y curado empleados en cada estudio. Además, las variaciones en los resultados pueden deberse a



diferencias en las condiciones experimentales y las propiedades iniciales del concreto utilizado como base.

En conclusión, el análisis de las propiedades físicas de los bloques de concreto con fibras de PET muestra resultados consistentes con investigaciones internacionales y nacionales, destacando, los resultados al 20.00% y 30.00%: densidades de 2.27 y 2.19 gr/cm<sup>3</sup>. Absorción de 6.35% y 6.38%, y porosidad de 7.77% y 7.81%.

Para la determinación de la influencia del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto, después de siete días de curado, se encontraron las siguientes resistencias a la compresión para los porcentajes del 15.00%, 20.00% y 30.00% respectivamente: 118.50 kg/cm<sup>2</sup>, 178.60 kg/cm<sup>2</sup> y 161.50 kg/cm<sup>2</sup>. Las resistencias a la flexión correspondientes a estos porcentajes fueron de 32.32, 35.48 y 35.89 kg/cm<sup>2</sup>. Después de 14 días de curado, se registraron las siguientes resistencias a la compresión: 131.30 kg/cm<sup>2</sup> para el 15.00%, 183.20 kg/cm<sup>2</sup> para el 20.00% y 166.80 kg/cm<sup>2</sup> para el 30.00%. Las resistencias a la flexión correspondientes fueron de 33.95, 38.23 y 38.85 kg/cm<sup>2</sup>. Después de 28 días de curado, se obtuvieron las siguientes resistencias a la compresión para los tres porcentajes: 140.00 kg/cm<sup>2</sup>, 224.25 kg/cm<sup>2</sup> y 185.60 kg/cm<sup>2</sup>. Las resistencias a la flexión fueron de 35.48, 42.42 y 42.31 kg/cm<sup>2</sup>.

Se concuerda con los estudio de Bahij, Omary, Steiner, Feugeas, & Ibrahimkhil (2022). Que encuentran resistencia a la compresión que variaron de 183.549 - 305.91 kg/cm<sup>2</sup> y resistencias a la flexión variables de 22.43 a 38.74 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, Huang, et al (2022), encuentra resistencias a la compresión variables de 296.80 a 315.56 kg/cm<sup>2</sup>; y resistencias a la flexión que variaron de 36.60 – 39.15 kg/cm<sup>2</sup>; del mismo modo, Chandrasekhar, & Sridhar, (2021). Encuentran resistencia a la compresión que variaron de 356.90 kg/cm<sup>2</sup> a 662.81 kg/cm<sup>2</sup>. Además, la resistencia a la flexión vario de 5.09 a 50.98 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, esto es muy diferente a lo encontrado por Al-Hadithi, Noaman, & Mosleh, (2019), que encuentra compresiones variables de 560.844 a 734.196 kg/cm<sup>2</sup>

En Perú, del mismo modo esto se contrasta con Espinoza, & Martínez (2022), que encuentra variaciones de 178.25 Kg/ cm<sup>2</sup> a 228.44 Kg/ cm<sup>2</sup>, para resistencias a la

compresión. Del mismo modo, Huamán, & Garibay (2022). Encuentran variaciones que van desde los 235.5 Kg/ cm<sup>2</sup> a 269.0 Kg/ cm<sup>2</sup>. Además Ortiz (2022), encuentra que las resistencias a la compresión variaron de 140.600 kg/cm<sup>2</sup> a 332.320 kg/cm<sup>2</sup>.

Si bien a partir de la comparación de estos resultados con otros estudios a nivel internacional, se observa que hay una variabilidad en los valores obtenidos. Diferentes investigaciones reportan resistencias a la compresión y resistencias a la flexión que van desde valores más bajos hasta valores más altos. Esto puede atribuirse a factores como la dosificación específica de las fibras, las características del concreto utilizado y los métodos de fabricación y curado empleados en cada estudio.

En el contexto peruano, se encontraron resultados similares en términos de variabilidad en las resistencias a la compresión. Los estudios locales muestran valores que van desde 140.600 kg/cm<sup>2</sup> hasta 332.320 kg/cm<sup>2</sup>. Esto resalta la importancia de considerar factores específicos del entorno y las condiciones locales al interpretar los resultados.

En síntesis se debe de destacar los resultados a los 28 días, principalmente para los porcentajes de 20.00% y 30.00% que encuentra la resistencia a la compresión de 224.25 kg/cm<sup>2</sup> y 185.60 kg/cm<sup>2</sup> y resistencias a la flexión parecidas, 42.42 y 42.31 kg/cm<sup>2</sup>.

Al comparar los resultados obtenidos con las normas y estándares vigentes para bloques de concreto utilizados en construcción, se puede concluir lo siguiente:

En cuanto a las propiedades físicas, se observa que las densidades obtenidas se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma E.060 de concreto armado, lo cual indica que los bloques de concreto con fibras de polietileno tereftalato cumplen con los requisitos de peso especificados. La absorción, que indica la cantidad de agua absorbida por el bloque, muestra una calidad moderada, lo cual es aceptable según la NTP 339.031-1:2013 y la ASTM C642. Además, la porosidad muestra una calidad buena en todos los casos, cumpliendo con las normas mencionadas.

En cuanto a las propiedades mecánicas, se destaca que el porcentaje de 20.00% de fibras de PET presenta mejores características de resistencia a la compresión, con un valor de 224.25 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que este porcentaje de fibras de PET puede ser

utilizado como material de construcción para paredes, cumpliendo con las normas E.060 y NTP 399.034:2015; 339.216:2016; ASTM C39/C39 M-18; ASTM C231/C231 M-15.

En cuanto a la resistencia a la flexión, se observa que en todos los casos los valores obtenidos son adecuados. Sin embargo, se destaca que los porcentajes de 20.00% y 30.00% de fibras de PET muestran una ligera mejora en la resistencia a la flexión en comparación con el porcentaje de 15.00%. Estos resultados cumplen con las normas NTP 339.079:2012 y ASTM C293/293 M-16.

Tomando en cuenta estos estándares los estudios internacionales escapan de los rangos de Resistencia a la compresión de acuerdo a la E.060 pues este establece para materiales; 173.35-285.52 Kg/cm<sup>2</sup>; diferente a lo encontrado en estudios como los de Bahij, et al (2022), que encuentra una resistencia de 305.91 kg/cm<sup>2</sup>, no obstante las resistencias a la flexión encontradas están dentro del rango establecido; probablemente esto se deba a que en estándares internacionales se estén manejando resistencias mayores para materiales o los diseños de concreto sean diferentes al propuesto en el estudio. Lo mismo, es encontrado por Huang, et al (2022), Deraman, et al (2021). Jaramillo, Gómez, & Quintero (2021).

No obstante estudios en nuestro contexto, como el de Espinoza, & Martínez (2022), cumple con los rangos establecidos en las normas mencionadas; del mismo modo, a pesar que Huamán, & Garibay (2022), encuentra una flexión baja, también cumple con los rangos de compresión. Así mismo, Ortiz (2022), encuentra resultados que cumplen con los estándares normativos mencionados.

En resumen, los bloques de concreto con fibras de polietileno tereftalato evaluados cumplen con las normas y estándares vigentes en términos de densidad, absorción, porosidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. El porcentaje de 20.00% de fibras de PET muestra las mejores características mecánicas, lo cual lo hace adecuado para su uso en la construcción de paredes. Es importante tener en cuenta que estos resultados se basan en las normas mencionadas y pueden variar según los estándares específicos de cada región o proyecto.

## VI. CONCLUSIONES

En función de la hipótesis general planteada, se encontró una significancia menor a 0.05 y un valor  $t$  0.521 demostrando la hipótesis planteada, la inclusión de las fibras de polietileno tereftalato afecta significativamente las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023. Principalmente, en los porcentajes de 20.00% y 30.00% de fibras de PET, en reemplazo de la piedra chancada, presentan mejoras significativas en comparación con otros porcentajes evaluados. En particular, el porcentaje de 20.00% muestra las mejores características en las propiedades mecánicas; resistencia a la compresión (224.25 Kg/cm<sup>2</sup>) y flexión (42.42 Kg/cm<sup>2</sup>) y 30.00% en propiedades físicas; donde la densidad es menor principalmente (2.19 gr/cm<sup>3</sup>). Estos resultados respaldan la viabilidad de utilizar bloques de concreto con fibras de PET en dicho porcentaje para aplicaciones constructivas.

El aumento del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato influye significativamente en las propiedades físicas de los bloques de concreto, principalmente, al 30.00%, a los 28 días, donde la densidad fue de 2.19 gr/cm<sup>3</sup>, la absorción fue de 6.38%, y porosidad fue de 7.81%, haciendo que sea más ligero el concreto.

La inclusión de fibras de polietileno tereftalato repercuten significativamente en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto, principalmente a los 28 días, es destacable el porcentaje de 20.00% que encuentra la resistencia a la compresión de 224.25 kg/cm<sup>2</sup> y resistencias a la flexión, 42.42 kg/cm<sup>2</sup>.

Los bloques de concreto con fibras de polietileno tereftalato evaluados cumplen con las normas y estándares vigentes en términos de densidad, absorción, porosidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Es importante destacar que el porcentaje de 20.00% de fibras de PET ha demostrado ser el más óptimo en términos de características mecánicas, lo cual lo convierte en una opción adecuada y recomendada para su implementación en la construcción de paredes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda llevar a cabo estudios de durabilidad a largo plazo, pues sería interesante investigar cómo estas propiedades evolucionan con el tiempo. Realizar pruebas a diferentes intervalos, como a los 90 días, 6 meses o incluso un año, lo cual permitirá evaluar la durabilidad y estabilidad de los bloques en el tiempo.

Del mismo modo, es recomendable la evaluación del comportamiento térmico, pudiendo incluir mediciones de conductividad térmica y pruebas de resistencia al fuego. Estos resultados serán valiosos para comprender cómo los bloques de concreto con fibras de PET se desempeñan en términos de aislamiento térmico y seguridad contra incendios.

Si bien es importante el significado ambiental se recomienda llevar a cabo el análisis económico, considerando el costo de producción de los bloques, los beneficios potenciales en términos de eficiencia constructiva y reducción de costos de mantenimiento a largo plazo.

Finalmente, se recomienda aplicar los porcentajes de 20.00% y 30.00% para la construcción de nuevos materiales; no obstante se puede explorar la posibilidad de utilizar otros porcentajes de fibras de PET en los bloques de concreto, como por ejemplo, realizar pruebas con porcentajes en rangos de 20.00% y 30.00% de volumen para determinar el porcentaje de remplazo óptimo.

## REFERENCIAS

- ABED, Jasim., et al. The effect of recycled plastic waste polyethylene terephthalate (PET) on characteristics of cement mortar. En Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2021. p. 012121.
- ADNAN, Hamsa.; DAWOOD, Abbas. Strength behavior of reinforced concrete beam using re-cycle of PET wastes as synthetic fibers. Case Studies in Construction Materials, 2020, vol. 13, p. e00367.
- ALGOURDIN, N., et al. Influence of polypropylene and steel fibres on thermal spalling and physical-mechanical properties of concrete under different heating rates. Construction and Building Materials, 2020, vol. 259, p. 119690.
- AL-HADITHI, Abdulkader; NOAMAN, Ahmed; MOSLEH, Waseem. Mechanical properties and impact behavior of PET fiber reinforced self-compacting concrete (SCC). Composite Structures, 2019, vol. 224, p. 111021.
- ÁLVAREZ, Aldo. Clasificación de las investigaciones. 2020.
- ARMAGHANI, Danial; ASTERIS, Panagiotis. A comparative study of ANN and ANFIS models for the prediction of cement-based mortar materials compressive strength. Neural Computing and Applications, 2021, vol. 33, no 9, p. 4501-4532.
- ASTERIS, Panagiotis; MOKOS, Vaseilios. Concrete compressive strength using artificial neural networks. Neural Computing and Applications, 2020, vol. 32, no 15, p. 11807-11826.
- BAHIJ, Sifatullah, et al. Effect of Non-Woven Polyethylene Terephthalate (PET) Tissue on Fresh and Hardened Properties of Concrete. Materials, 2022, vol.

15, no 24, p. 8766.

BHOSALE, Avadhoot, et al. Mechanical and physical properties of cellular lightweight concrete block masonry. *Construction and Building Materials*, 2020, vol. 248, p. 118621.

CARRILLO, Julian; RAMIREZ, Julieth; LIZARAZO, Juan. Modulus of elasticity and Poisson's ratio of fiber-reinforced concrete in Colombia from ultrasonic pulse velocities. *Journal of Building Engineering*, 2019, vol. 23, p. 18-26.

CHANDRASEKHAR, S; SRIDHAR, H. Mechanical properties of polyethylene terephthalate (PET) fiber reinforced concrete masonry units. *Journal of Building Engineering*, 2021, vol. 44, 102870.

CHHACHHIA, Ashish. Concrete mix design by IS, ACI and BS methods: A Comparative Analysis. *Journal of Building Material Science*, 2020, vol. 2, no 1, p. 30-33.

DA SILVA, Tulane, et al. Technological characterization of PET—polyethylene terephthalate—added soil-cement bricks. *Materials*, 2021, vol. 14, no 17, p. 5035.

DENVER, H. Modulus of elasticity for sand determined by SPT and CPT. *En Penetration Testing*. Routledge, 2021. p. 35-40.

DERAMAN, Rafikullah, et al. Polyethylene terephthalate waste utilisation for production of low thermal conductivity cement sand bricks. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 2021, vol. 88, no 3, p. 117-136.

DORMOHAMADI, Mansoure; RAHIMNIA, Reza. Combined effect of compaction and

clay content on the mechanical properties of adobe brick. Case Studies in Construction Materials, 2020, vol. 13, p. e00402.

ESPINOZA, Rubins; MARTINEZ, Nilton. Influencia de la adición de polietileno de alta densidad en propiedad mecánica del concreto de resistencia F´ C 210Kg/cm<sup>2</sup>, Huánuco. 2022.

EJIOGU, Ibe, et al. Comparison of ACI, IS and DOE methods of concrete mix design. Nigerian Journal of Engineering, 2020, vol. 27, no 1, p. 68-68.

EL-NAGA, Islam; RAGAB, Mohamed. Benefits of utilization the recycle polyethylene terephthalate waste plastic materials as a modifier to asphalt mixtures. Construction and building Materials, 2019, vol. 219, p. 81-90.

FARIAS, Manuel. Influencia del porcentaje de polietileno tereftalato en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto-2018. 2019.

FLORES, Yorleny. Técnicas de investigación. Revista Académica Institucional, 2021, vol. 3, no 1, p. 1-8.

FUENTES, G., & BROUWER, R. Plastic waste management in Argentina: An overview of the environmental problems and policy issues. Environmental Science and Policy, 2020, v.111, 73-81.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.007>

GALARZA, Carlos. Diseños de investigación experimental. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 2021, vol. 10, no 1, p. 1-7.

GARCÍA, A; CRUZ, E; HERNÁNDEZ, I; ÁLVAREZ, A. Management of plastic waste in Mexico: Current practices and challenges. Resources, Conservation and



Recycling, 2020, v. 161, 104973.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104973>

GHIASSI, Bahman; VERMELFOORT, A.; LOURENÇO, Paulo. Masonry mechanical properties. En Numerical modeling of masonry and historical structures. Woodhead Publishing, 2019. p. 239-261.

GÓRA, Jacek; SZAFRANIEC, Małgorzata. Influence of maximum aggregate grain size on the strength properties and modulus of elasticity of concrete. Applied Sciences, 2020, vol. 10, no 11, p. 3918.

HERNÁNDEZ, Osvaldo. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral, 2021, vol. 37, no 3.

HUAMAN, María; GARIBAY, Alexandra. Análisis del uso de plástico para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en viviendas en el distrito de San Juan de Lurigancho. 2022.

HUANG, Fei, et al. Preparation and performance of autoclaved aerated concrete reinforced by dopamine-modified polyethylene terephthalate waste fibers. Construction and Building Materials, 2022, vol. 348, p. 128649.

Instituto Nacional de Calidad. NTP 339.011: Ladrillos de concreto. Especificaciones. Lima, Perú, 2004.

Instituto Nacional de Calidad. NTP 334.051: Planchas de fibrocemento para uso en construcción. Especificaciones. Lima, Perú, 2006.

Instituto Nacional de Calidad. NTP 334.010: Paneles de yeso para construcción. Especificaciones. Lima, Perú, 2007.

- JANNAT, Nusrat, et al. Utilisation of nut shell wastes in brick, mortar and concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 293, p. 123546.
- JARAMILLO, H; GÓMEZ, J; QUINTERO, N. Determination of the physical-mechanical properties of a permeable block. In *Journal of Physics: Conference Series*; 2021, Vol. 2139, No. 1, p. 012016
- KRASNA, Wiku; NOOR, Rijali; RAMADANI, Denny. Utilization of plastic waste polyethylene terephthalate (PET) as a coarse aggregate alternative in paving block. En *MATEC Web of Conferences*. EDP Sciences, 2019. p. 04007.
- KONGKAJUN, Nuntaporn, et al. Soil-cement bricks produced from local clay brick waste and soft sludge from fiber cement production. *Case Studies in Construction Materials*, 2020, vol. 13, p. e00448.
- LI, Ning, et al. A review on mixture design methods for geopolymer concrete. *Composites Part B: Engineering*, 2019, vol. 178, p. 107490.
- LIU, Qiong, et al. Workability and mechanical properties of mortar containing recycled sand from aerated concrete blocks and sintered clay bricks. *Resources, Conservation and Recycling*, 2020, vol. 157, p. 104728.
- LUO, Yuqing, et al. Economic and Environmental Benefits of Modular Microwave-Assisted Polyethylene Terephthalate Depolymerization. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2023, vol. 11, no 10, p. 4209-4218.
- LY, Hai-Bang, et al. Development of deep neural network model to predict the compressive strength of rubber concrete. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 301, p. 124081.
- MARANI, Afshin; NEHDI, Moncef. Integrating phase change materials in construction

materials: Critical review. *Construction and Building Materials*, 2019, vol. 217, p. 36-49.

MARSIGLIO, Laura, et al. Comparing the properties of polyethylene terephthalate (PET) plastic bricks to conventional concrete masonry units. En 2020 IEEE global humanitarian technology conference (GHTC). IEEE, 2020. p. 1-6.

MARTÍNEZ, Diana. Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI Boletín Científico De La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 2022, vol. 9, no 17, p. 38-39.

MUÑOZ, Pedro, et al. Adobe bricks reinforced with paper & pulp wastes improving thermal and mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 2020, vol. 254, p. 119314.

NAKKEERAN, G.; KRISHNARAJ, L. Developing lightweight concrete bricks by replacing fine aggregate with vermiculite: a regression analysis prediction approach. *Asian Journal of Civil Engineering*, 2023, p. 1-9.

OCAMPO, N; QUIJANO, J; GARCÍA, C. (2020). Analysis of plastic waste management policies in Colombia: Challenges and opportunities for circular economy implementation. *Journal of Cleaner Production*, 2020, v. 276, 123203. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123203>

OLUGBADE, Temitope; LU, Jian. Literature review on the mechanical properties of materials after surface mechanical attrition treatment (SMAT). *Nano Materials Science*, 2020, vol. 2, no 1, p. 3-31.

ORTIZ, Yvan. Influencia de la adición del plástico reciclado PET en sus propiedades mecánicas en un concreto convencional de  $F_c = 210 \text{kg/Cm}^2$ . 2022.

PASTOR, Blanca. Población y muestra. Pueblo continente, 2019, vol. 30, no 1, p. 245-247.

PHANI, P. Sudharshan; OLIVER, W. A critical assessment of the effect of indentation spacing on the measurement of hardness and modulus using instrumented indentation testing. *Materials & design*, 2019, vol. 164, p. 107563.

PIZA, Narcisa; AMAIQUEMA, Francisco; BELTRÁN, Gina. Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, 2019, vol. 15, no 70, p. 455-459.

PIZANGO, Cesar; RODRIGUEZ, Carlos. Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto de 2 huecos incorporando fibras de caucho reciclado, *Rioja 2022*. 2022.

REIS, Fernanda; RIBEIRO, Rogério; REIS, Maria. Physical-mechanical properties of soil-cement bricks with the addition of the fine fraction from the quartzite mining tailings (State of Minas Gerais–Brazil). *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 2020, vol. 79, p. 3741-3750.

REHMAN, Munib; AHMAD, Madiha; RASHID, Khuram. Influence of fluxing oxides from waste on the production and physico-mechanical properties of fired clay brick: A review. *Journal of building engineering*, 2020, vol. 27, p. 100965.

RODRÍGUEZ, E. Desafíos y oportunidades en la gestión de residuos plásticos en el Perú. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 2020, vol. 36, no. 2, pp. 309-319.

SILVA, E., DO PRADO, R., & DAMASCENO, J. Plastic waste generation in Brazil: Current scenario, challenges and perspectives for a sustainable management. *Journal of Environmental Management*, 2021, v.284, 112040. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112040>

THAKUR, Ambush, et al. Employment of crumb rubber tyre in concrete masonry bricks. *Materials Today: Proceedings*, 2020, vol. 32, p. 553-559.

THEJAS, H; HOSSINEY, Nabil. Alkali-activated bricks made with mining waste iron ore tailings. *Case Studies in Construction Materials*, 2022, vol. 16, p. e00973.

United Nations. *Single-use plastics: A roadmap for sustainability*. 2023.

VALENTE, Marco, et al. Multi-physics analysis for rubber-cement applications in building and architectural fields: A preliminary analysis. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no 15, p. 5993.

VILELA, Alan, et al. Technological properties of soil-cement bricks produced with iron ore mining waste. *Construction and Building Materials*, 2020, vol. 262, p. 120883.

YANG, Yiran; LI, Lin; ZHAO, Jing. Mechanical property modeling of photosensitive liquid resin in stereolithography additive manufacturing: Bridging degree of cure with tensile strength and hardness. *Materials & Design*, 2019, vol. 162, p. 418-428.

ZHANG, Yun; XU, Xiaojie. Modulus of elasticity predictions through LSBoost for concrete of normal and high strength. *Materials Chemistry and Physics*, 2022, vol. 283, p. 126007.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

| Problema  | Objetivo   | Hipótesis   | Variables   | Dimensiones  | Indicadores  | Metodología  |
|---|--|---|---|--|--|--|
| <p><b>Problema general:</b> ¿cuál es la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto en la ciudad de Huaraz en el año 2023?</p>                                | <p><b>Objetivo general:</b><br/>Evaluar la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023</p>  | <p><b>Hipótesis general:</b><br/>La inclusión de las fibras de polietileno tereftalato afectará significativamente las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023.</p>  | <p><b>Variable Independiente:</b><br/>Fibras de polietileno tereftalato</p> | <p>-Porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato agregadas al bloque de cemento</p> | <p>15.00%,<br/>20.00%,<br/>30.00%</p>  | <p><b>Tipo:</b><br/>Aplicada<br/><b>Diseño:</b><br/>Experimental puro<br/><b>Población:</b><br/>48 probetas concreto de 210 km/cm2 durante el año 2023.<br/><b>Técnica:</b><br/>Observación<br/><b>Instrumento:</b><br/>Ficha de observación de ensayo de laboratorio.</p> |
| <p><b>Problemas específicos:</b><br/>¿Cómo afecta el porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físicas de los bloques de concreto?<br/><br/>¿Cómo se ve afectada la resistencia mecánica de los bloques de</p> | <p><b>Objetivos específicos:</b><br/>-Analizar el efecto del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físicas de los bloques de concreto.<br/><br/>-Determinar la influencia del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto.<br/><br/>-Comparar los resultados obtenidos con las normas y estándares vigentes</p> | <p><b>Hipótesis específicas:</b><br/>-El aumento del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato influirá significativamente en las propiedades físicas de los bloques de concreto.<br/><br/>- La inclusión de fibras de polietileno tereftalato afectará significativamente las propiedades mecánicas de los</p> | <p><b>Variable Dependiente:</b><br/>Propiedades físico mecánicas</p>        | <p>-Propiedades físicas<br/><br/><br/><br/><br/><br/><br/><br/><br/><br/>-Prop. mecánicas</p>  | <p>-Densidad<br/>-Absorción de agua (medida en porcentaje)<br/>-Porosidad<br/><br/><br/><br/><br/>-Resistencia a la compresión (medida en kilogramos por centímetro cuadrado)<br/>-Módulo de elasticidad (medida en kilogramos por</p> |  |

|   |   |   |  |  |                             |  |
|---|---|---|--|--|-----------------------------|--|
| <p>concreto por el porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato?</p> <p>¿Cómo se comparan los resultados obtenidos del estudio del efecto del porcentaje en masa de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades de los bloques de concreto con las normas y estándares vigentes utilizados en construcción?</p> | <p>para bloques de concreto utilizados en construcción.</p> | <p>bloques de concreto.</p> <p>-Los bloques de concreto con fibras de polietileno tereftalato cumplirán con las normas y estándares vigentes para bloques de concreto utilizados en construcción.</p> |  |  | <p>centímetro cuadrado)</p> |  |
|---|---|---|--|--|-----------------------------|--|



## Anexo 2. Instrumento

### Ficha de observación UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO INGENIERÍA CIVIL

#### FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar la influencia porcentual de las fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto en la ciudad de Huaraz, en el año 2023. Se debe de tener en cuenta que la validez y confiabilidad de los instrumentos son dados por el respaldo del laboratorio, por lo que se adjunta las fichas llenadas y los certificados de calibración de las maquinas.

| Porcentaje PET | 0%                |                       |               |
|----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
| Promedio       |                   |                       |               |
| Porcentaje PET | 15%               |                       |               |
|                | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
| Promedio       |                   |                       |               |
| Porcentaje PET | 20%               |                       |               |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
| Promedio       |                   |                       |               |
| Porcentaje PET | 30%               |                       |               |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
|                |                   |                       |               |
| Promedio       |                   |                       |               |

| Porcentaje PET | 0%  |                                |
|----------------|---|--------------------------------|
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (Mpa) |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
| Promedio       |   |                                |
| Porcentaje PET | 15%   |                                |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (Mpa) |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
| Promedio       |   |                                |
| Porcentaje PET | 20%   |                                |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (Mpa) |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
| Promedio       |   |                                |
| Porcentaje PET | 30%   |                                |
| Muestra        | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la flexión (Mpa) |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
|                |   |                                |
| Promedio       |   |                                |

### Anexo 3. Fichas de observación llenadas



Propiedades físicas resultados 7 días

| Porcentaje PET |                   | 0%                    |               |  |
|----------------|-------------------|-----------------------|---------------|--|
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 7-0%1          | 2.15              | 3.72                  | 5.48          |  |
| 7-0%2          | 2.16              | 3.65                  | 5.24          |  |
| 7-0%3          | 2.17              | 3.68                  | 5.16          |  |
| 7-0%4          | 2.12              | 3.67                  | 5.12          |  |
| Promedio       | 2.15              | 3.68                  | 5.25          |  |
| Porcentaje PET |                   | 15%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 7-15%1         | 2.09              | 4.18                  | 6.18          |  |
| 7-15%2         | 2.13              | 4.25                  | 6.13          |  |
| 7-15%3         | 2.07              | 4.1                   | 6.09          |  |
| 7-15%4         | 2.15              | 4.08                  | 6.07          |  |
| Promedio       | 2.11              | 4.15                  | 6.12          |  |
| Porcentaje PET |                   | 20%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 7-20%1         | 2.01              | 4.98                  | 6.87          |  |
| 7-20%2         | 2.12              | 4.72                  | 6.83          |  |
| 7-20%3         | 2.03              | 4.48                  | 6.81          |  |
| 7-20%4         | 2.14              | 4.92                  | 6.74          |  |
| Promedio       | 2.08              | 4.78                  | 6.81          |  |
| Porcentaje PET |                   | 30%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 7-30%1         | 2.02              | 4.94                  | 6.17          |  |
| 7-30%2         | 2.01              | 4.71                  | 6.14          |  |
| 7-30%3         | 2.05              | 4.76                  | 6.11          |  |
| 7-30%4         | 2.04              | 4.90                  | 6.07          |  |
| Promedio       | 2.03              | 4.83                  | 6.12          |  |





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Propiedades físicas resultados 14 días

| Porcentaje PET |                   | 0%                    |               |  |
|----------------|-------------------|-----------------------|---------------|--|
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-0%1         | 2.51              | 5.45                  | 6.71          |  |
| 14-0%2         | 2.48              | 5.47                  | 6.68          |  |
| 14-0%3         | 2.46              | 5.41                  | 6.68          |  |
| 14-0%4         | 2.48              | 5.39                  | 6.66          |  |
| Promedio       | 2.48              | 5.43                  | 6.68          |  |
| Porcentaje PET |                   | 15%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-15%1        | 2.36              | 6.23                  | 7.65          |  |
| 14-15%2        | 2.37              | 6.28                  | 7.61          |  |
| 14-15%3        | 2.36              | 6.26                  | 7.59          |  |
| 14-15%4        | 2.34              | 6.25                  | 7.65          |  |
| Promedio       | 2.36              | 6.26                  | 7.63          |  |
| Porcentaje PET |                   | 20%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-20%1        | 2.3               | 6.32                  | 7.77          |  |
| 14-20%2        | 2.23              | 6.31                  | 7.75          |  |
| 14-20%3        | 2.26              | 6.39                  | 7.78          |  |
| 14-20%4        | 2.27              | 6.39                  | 7.76          |  |
| Promedio       | 2.27              | 6.35                  | 7.77          |  |
| Porcentaje PET |                   | 30%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-30%1        | 2.18              | 6.35                  | 7.85          |  |
| 14-30%2        | 2.21              | 6.41                  | 7.85          |  |
| 14-30%3        | 2.19              | 6.32                  | 7.78          |  |
| 14-30%4        | 2.19              | 6.44                  | 7.76          |  |
| Promedio       | 2.19              | 6.38                  | 7.81          |  |





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Propiedades físicas resultados 28 días

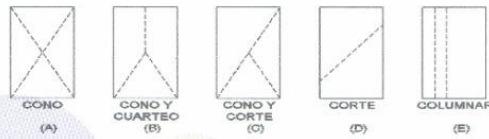
| Porcentaje PET |                                | 0%                    |               |  |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-0%1         | 2.37                           | 5.78                  | 6.28          |  |
| 28-0%2         | 2.53                           | 5.89                  | 6.29          |  |
| 28-0%3         | 2.46                           | 5.94                  | 6.24          |  |
| 28-0%4         | 2.51                           | 5.71                  | 6.19          |  |
| Promedio       | 2.47                           | 5.83                  | 6.25          |  |
| Porcentaje PET |                                | 15%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-15%1        | 2.32                           | 6.21                  | 6.88          |  |
| 28-15%2        | 2.28                           | 6.27                  | 6.83          |  |
| 28-15%3        | 2.33                           | 6.26                  | 6.85          |  |
| 28-15%4        | 2.27                           | 6.23                  | 6.85          |  |
| Promedio       | 2.3                            | 6.24                  | 6.85          |  |
| Porcentaje PET |                                | 20%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-20%1        | 2.31                           | 6.23                  | 6.51          |  |
| 28-20%2        | 2.22                           | 6.31                  | 6.48          |  |
| 28-20%3        | 2.27                           | 6.28                  | 6.41          |  |
| 28-20%4        | 2.28                           | 6.27                  | 6.4           |  |
| Promedio       | 2.27                           | 6.27                  | 6.45          |  |
| Porcentaje PET |                                | 30%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-30%1        | 2.23                           | 6.45                  | 6.71          |  |
| 28-30%2        | 2.21                           | 6.51                  | 6.72          |  |
| 28-30%3        | 2.19                           | 6.52                  | 6.66          |  |
| 28-30%4        | 2.21                           | 6.44                  | 6.62          |  |
| Promedio       | 2.21                           | 6.48                  | 6.68          |  |



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO**  
ASTM C39/C39-M

OBRA: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LAS FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 8/06/2023  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm<sup>2</sup>  
Diámetro: 15.0 cm



| N° | DESCRIPCION | Diseño<br>Kg/cm2 | Tipo de<br>Rotura | Fecha      |           | Edad<br>Dias | Carga<br>(Kg) | fc<br>(Kg/cm2) | %<br>fc/fcd |
|----|-------------|------------------|-------------------|------------|-----------|--------------|---------------|----------------|-------------|
|    |             |                  |                   | Moledo     | Rotura    |              |               |                |             |
| 1  | 7-0%1       | 210              | C                 | 30/05/2023 | 6/06/2023 | 7            | 34800         | 197            | 93.81       |
| 2  | 7-0%2       | 210              | E                 | 30/05/2023 | 6/06/2023 | 7            | 35100         | 199            | 94.76       |
| 3  | 7-15%1      | 210              | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 20800         | 118            | 56.19       |
| 4  | 7-15%2      | 210              | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 20910         | 118            | 56.19       |
| 5  | 7-20%1      | 210              | D                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 31500         | 178            | 84.76       |
| 6  | 7-20%2      | 210              | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 31500         | 178            | 84.76       |
| 7  | 7-30%1      | 210              | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 28800         | 163            | 77.62       |
| 8  | 7-30%2      | 210              | E                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 28100         | 159            | 75.71       |



OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.

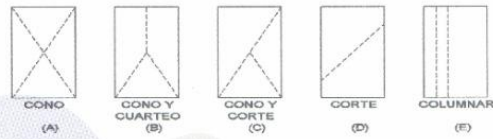




**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO**  
ASTM C39/C39-M

OBRA: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 29/06/2023  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm<sup>2</sup>  
Diámetro: 15.0 cm



N° 2023-1173

| N° | DESCRIPCION | Diseño<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Tipo de<br>Rotura | Fecha      |            | Edad<br>Dias | Carga<br>(Kg) | fc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | %<br>fc/fcd |
|----|-------------|------------------------------|-------------------|------------|------------|--------------|---------------|-----------------------------|-------------|
|    |             |                              |                   | Moldeo     | Rotura     |              |               |                             |             |
| 1  | 28-0%1      | 210                          | E                 | 30/05/2023 | 27/06/2023 | 28           | 37000         | 209                         | 99.52       |
| 2  | 28-0%2      | 210                          | D                 | 30/05/2023 | 27/06/2023 | 28           | 37600         | 213                         | 101.43      |
| 3  | 28-15%1     | 210                          | C                 | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 24200         | 137                         | 65.24       |
| 4  | 28-15%2     | 210                          | D                 | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 25100         | 142                         | 67.62       |
| 5  | 28-20%1     | 210                          | C                 | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 40200         | 228                         | 108.57      |
| 6  | 28-20%2     | 210                          | C                 | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 38700         | 219                         | 104.29      |
| 7  | 28-30%1     | 210                          | D                 | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 32700         | 185                         | 88.10       |
| 8  | 28-30%2     | 210                          | D                 | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 32810         | 186                         | 88.57       |



OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.









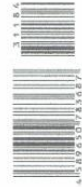


**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION**  
ASTM C496/C78

OBRA: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 29/06/2023  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210

CERT: 22-1184



ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION

Altura: cm  
Diámetro : cm

| N° | DESCRIPCION | Diseño<br>Kg/cm2 | PROMEDIO |        |        | Fecha      |            | Edad<br>Dias | Carga<br>(Kg) | fc<br>(Kg/cm2) | fc<br>(Mpa) |
|----|-------------|------------------|----------|--------|--------|------------|------------|--------------|---------------|----------------|-------------|
|    |             |                  | L (cm)   | b (cm) | h (cm) | Moldeo     | Rotura     |              |               |                |             |
| 1  | 28-0%1      | 210              | 50.05    | 15.02  | 15.04  | 30/05/2023 | 27/06/2023 | 28           | 4010          | 35.40          | 3.47        |
| 2  | 28-0%2      | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 30/05/2023 | 27/06/2023 | 28           | 4120          | 36.37          | 3.57        |
| 3  | 28-15%1     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4050          | 35.76          | 3.51        |
|    | 28-15%2     | 210              | 50.05    | 15.02  | 15.04  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 3990          | 35.23          | 3.45        |
|    | 28-20%1     | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4910          | 43.35          | 4.25        |
|    | 28-20%2     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4700          | 41.49          | 4.07        |
|    | 28-30%1     | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4910          | 43.35          | 4.25        |
|    | 28-30%2     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4680          | 41.32          | 4.05        |



OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



## Anexo 4. Certificados de calibración de equipos



### PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2006 - 2022

Página : 1 de 2

Laboratorio PP

Expediente : T 390-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

2. Instrumento de Medición : **COPA CASAGRANDE**

Marca de Copa : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Copa : 24-0435  
Serie de Copa : NO INDICA  
Procedencia de Copa : USA

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH  
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración  
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA  | CERTIFICADO            | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------------|--------------|
| PIÉ DE REY  | INSIZE | DM21 - C - 0136 - 2021 | INACAL - DM  |

6. Condiciones Ambientales

|                | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 15,5    | 15,3  |
| Humedad %      | 40      | 41    |

7. Observaciones  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2006 - 2022

Página : 2 de 2

### Medidas Verificadas

| COPA CASAGRANDE        |                  |                    |                       |                                       |         |        |        | RANURADOR       |                |       |
|------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------|--------|--------|-----------------|----------------|-------|
| CONJUNTO DE LA CAZUELA |                  |                    |                       | BASE                                  |         |        |        | EXTREMO CURVADO |                |       |
| DIMENSIONES            | A                | B                  | C                     | N                                     | K       | L      | M      | a               | b              | c     |
| DESCRIPCIÓN            | RADIO DE LA COPA | ESPESOR DE LA COPA | PROFUNDIDA DE LA COPA | Copa desde la guía del espesor a base | ESPESOR | LARGO  | ANCHO  | ESPESOR         | BORDE CORTANTE | ANCHO |
|                        | mm               | mm                 | mm                    | mm                                    | mm      | mm     | mm     | mm              | mm             | mm    |
| MEDIDA TOMADA          | 53,48            | 2,22               | 27,05                 | 49,33                                 | 50,49   | 150,10 | 125,00 | 10,05           | 2,48           | 13,15 |
|                        | 53,80            | 2,21               | 27,05                 | 49,42                                 | 50,49   | 150,02 | 125,05 | 10,32           | 2,21           | 13,05 |
|                        | 53,62            | 2,21               | 27,05                 | 49,52                                 | 50,49   | 150,11 | 125,07 | 10,04           | 2,49           | 13,01 |
|                        | 53,71            | 2,20               | 27,05                 | 49,61                                 | 50,50   | 149,98 | 125,06 | 10,03           | 2,46           | 13,16 |
|                        | 53,55            | 2,17               | 27,05                 | 49,70                                 | 50,49   | 150,07 | 125,01 | 10,08           | 2,32           | 13,08 |
|                        | 53,68            | 2,22               | 27,05                 | 49,58                                 | 50,51   | 150,07 | 125,05 | 10,30           | 2,33           | 12,93 |
| PROMEDIO               | 53,64            | 2,21               | 27,05                 | 49,53                                 | 50,50   | 150,06 | 125,04 | 10,14           | 2,38           | 13,06 |
| MEDIDAS STANDARD       | 54,00            | 2,00               | 27,00                 | 47,00                                 | 50,00   | 150,00 | 125,00 | 10,00           | 2,00           | 13,50 |
| TOLERANCIA ±           | 0,5              | 0,1                | 0,5                   | 1,0                                   | 2,0     | 2,0    | 2,0    | 0,05            | 0,1            | 0,1   |
| ERROR                  | -0,36            | 0,21               | 0,05                  | 2,53                                  | 0,50    | 0,06   | 0,04   | 0,14            | 0,38           | -0,44 |

|             | Rango según norma | Medida encontrada |
|-------------|-------------------|-------------------|
| Resiliencia | 77 % a 90 %       | 85 %              |

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 478 - 2022

Página : 1 de 3

Expediente : T 390-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Marca de Corte Directo : ORION  
Modelo de Corte Directo : CD 02  
Serie de Corte Directo : 13011010

Marca de Celda : AEP TRANSDUCERS  
Modelo de Celda : TS  
Serie de Celda : 518652  
Capacidad de Celda : 500 kgf

Marca de Indicador : TOSHIBA  
Modelo de Indicador : NB515-SP0202LL  
Serie de Indicador : 9C029005Q

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH  
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

#### 5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO    | MARCA | CERTIFICADO            | TRAZABILIDAD          |
|----------------|-------|------------------------|-----------------------|
| CELDA DE CARGA | MAVIN | CCP - 0994 - 001- 2021 | SISTEMA INTERNACIONAL |
| INDICADOR      | MCC   |                        |                       |

#### 6. Condiciones Ambientales

|                | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 15.2    | 15.2  |
| Humedad %      | 41      | 41    |

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 478 - 2022

Página : 2 de 3

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) |         |             |             | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|------------------|------------|-------------|
|                         | SERIE 1                      | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % |                  |            |             |
| 50                      | 58,05                        | 58,15   | -16,10      | -16,30      | 58,10            | -13,94     | -0,20       |
| 100                     | 111,05                       | 111,20  | -11,05      | -11,20      | 111,13           | -10,01     | -0,15       |
| 150                     | 164,80                       | 164,95  | -9,87       | -9,97       | 164,88           | -9,02      | -0,10       |
| 200                     | 217,70                       | 217,90  | -8,85       | -8,95       | 217,80           | -8,17      | -0,10       |
| 250                     | 270,50                       | 270,85  | -8,20       | -8,34       | 270,68           | -7,64      | -0,14       |
| 300                     | 323,40                       | 323,75  | -7,80       | -7,92       | 323,58           | -7,29      | -0,12       |
| 350                     | 378,30                       | 378,80  | -7,51       | -7,66       | 378,55           | -7,05      | -0,14       |
| 400                     | 428,15                       | 428,90  | -7,04       | -7,22       | 428,53           | -6,66      | -0,19       |

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

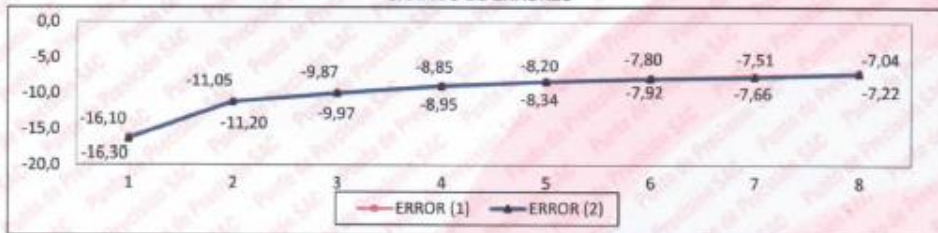
3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,944x - 5,2458$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)



GRÁFICO DE ERRORES



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 478 - 2022

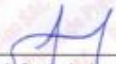
Página : 3 de 3

### PESAS DE CORTE DIRECTO

| IDENTIFICACIÓN | VALOR NOMINAL<br>g | VALOR DETERMINADO<br>g | CORRECCIÓN<br>g |
|----------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 1              | 500                | 450,0                  | 50,0            |
| 2              | 500                | 470,0                  | 30,0            |
| 3              | 900                | 955,0                  | -55,0           |
| 4              | 900                | 905,0                  | -5,0            |
| 5              | 1800               | 1865,0                 | -65,0           |
| 6              | 1800               | 1835,0                 | -35,0           |
| 7              | 3600               | 3650,0                 | -50,0           |
| 8              | 3600               | 3740,0                 | -140,0          |
| 9              | 7200               | 7415,0                 | -215,0          |

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-402-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : T 390-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-06

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS -  
"GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : VALTOX

Modelo : LDC30N

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 30 kg

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 5 g

División de Escala Real ( d ) : 5 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-07-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-402-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

|                  | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura      | 14,9   | 14,9   |
| Humedad Relativa | 41,0   | 41,0   |

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado              | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM  | Juego de pesas (exactitud F1) | PE21-C-0084-2021           |
|              | Pesa (exactitud F1)           | LM-C-018-2022              |
|              | Pesa (exactitud F1)           | 1AM-0055-2022              |
|              | Pesa (exactitud F1)           | 1AM-0056-2022              |

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29,980 kg para una carga de 30,000 kg

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

| INSPECCIÓN VISUAL |       |                |          |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERVO   | TIENE | ESCALA         | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE  | TIENE | CURSOR         | NO TIENE |
| PLATAFORMA        | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN        | TIENE |                |          |

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

| Medición<br>N°           | Temp. (°C)          |        |       |                     |        |       |
|--------------------------|---------------------|--------|-------|---------------------|--------|-------|
|                          | Inicial             |        |       | Final               |        |       |
|                          | 14,9                |        |       |                     |        |       |
|                          | Carga L1= 15,000 kg |        |       | Carga L2= 30,000 kg |        |       |
|                          | f (kg)              | ΔL (g) | E (g) | f (kg)              | ΔL (g) | E (g) |
| 1                        | 15,000              | 3,5    | -1,0  | 30,000              | 3,0    | -0,5  |
| 2                        | 15,000              | 3,0    | -0,5  | 30,000              | 3,5    | -1,0  |
| 3                        | 15,000              | 4,5    | -2,0  | 30,005              | 4,0    | 3,5   |
| 4                        | 15,000              | 4,0    | -1,5  | 30,000              | 4,5    | -2,0  |
| 5                        | 15,000              | 4,5    | -2,0  | 30,000              | 3,5    | -1,0  |
| 6                        | 15,000              | 3,5    | -1,0  | 30,005              | 4,0    | 3,5   |
| 7                        | 15,000              | 3,0    | -0,5  | 30,000              | 4,5    | -2,0  |
| 8                        | 15,000              | 3,5    | -1,0  | 30,000              | 3,5    | -1,0  |
| 9                        | 15,000              | 4,0    | -1,5  | 30,000              | 3,0    | -0,5  |
| 10                       | 15,000              | 4,5    | -2,0  | 30,000              | 3,5    | -1,0  |
| Diferencia Máxima        |                     |        | 1,5   |                     |        | 5,5   |
| Error máximo permitido ± | 15 g                |        |       | ± 15 g              |        |       |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152531

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-402-2022

Página: 3 de 3

|   |   |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 |   |
| 3 | 4 |

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

|            |         |       |
|------------|---------|-------|
|            | Inicial | Final |
| Temp. (°C) | 14,9    | 14,9  |

| Posición de la Carga | Determinación de E <sub>o</sub> |        |        |                    | Determinación del Error corregido |        |        |       |                    |
|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
|                      | Carga mínima (kg)               | l (kg) | ΔL (g) | E <sub>o</sub> (g) | Carga L (kg)                      | l (kg) | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |
| 1                    | 0,0500                          | 0,050  | 4,0    | -1,5               | 10,0000                           | 10,000 | 4,0    | -1,5  | 0,0                |
| 2                    |                                 | 0,050  | 4,0    | -1,5               |                                   | 10,005 | 4,5    | -3,0  | 4,5                |
| 3                    |                                 | 0,050  | 4,5    | -2,0               |                                   | 10,000 | 3,5    | -1,0  | 1,0                |
| 4                    |                                 | 0,050  | 3,5    | -1,0               |                                   | 9,995  | 4,0    | -6,5  | -5,5               |
| 5                    |                                 | 0,050  | 4,0    | -1,5               |                                   | 10,000 | 4,5    | -2,0  | -0,5               |

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 15 g

**ENSAYO DE PESAJE**

|            |         |       |
|------------|---------|-------|
|            | Inicial | Final |
| Temp. (°C) | 14,9    | 14,9  |

| Carga L (kg) | CRECIENTES |        |       |                    | DECRECIENTES |        |       |                    | ± emp (g) |
|--------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-----------|
|              | l (kg)     | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) | l (kg)       | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |           |
| 0,0500       | 0,050      | 3,5    | -1,0  |                    |              |        |       |                    |           |
| 0,1000       | 0,100      | 3,0    | -0,5  | 0,5                | 0,100        | 4,5    | -2,0  | -1,0               | 5         |
| 0,5000       | 0,500      | 3,5    | -1,0  | 0,0                | 0,500        | 4,0    | -1,5  | -0,5               | 5         |
| 2,5000       | 2,500      | 4,5    | -2,0  | -1,0               | 2,500        | 4,5    | -2,0  | -1,0               | 5         |
| 5,0000       | 5,000      | 4,0    | -1,5  | -0,5               | 5,000        | 3,5    | -1,0  | 0,0                | 10        |
| 7,0000       | 7,000      | 4,5    | -2,0  | -1,0               | 7,000        | 4,0    | -1,5  | -0,5               | 10        |
| 10,0000      | 10,000     | 3,5    | -1,0  | 0,0                | 10,000       | 3,5    | -1,0  | 0,0                | 10        |
| 15,0000      | 15,000     | 3,0    | -0,5  | 0,5                | 15,000       | 4,0    | -1,5  | -0,5               | 15        |
| 20,0000      | 20,000     | 3,5    | -1,0  | 0,0                | 20,000       | 4,5    | -2,0  | -1,0               | 15        |
| 25,0000      | 25,005     | 4,0    | 3,5   | 4,5                | 25,005       | 3,5    | 4,0   | 5,0                | 15        |
| 30,0000      | 30,000     | 4,5    | -2,0  | -1,0               | 30,000       | 4,5    | -2,0  | -1,0               | 15        |

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 6,90 \times 10^{-6} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{8,42 \times 10^0 \text{ g}^2 + 3,12 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en caso    E<sub>o</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

**Jefe de Laboratorio**  
**Ing. Luis Loayza Capcha**  
**Reg. CIP N° 152631**

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 476 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 390-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-04

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB.  
MECANICA SUELOS"  
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Prensa : 36-0650/06  
Serie de Prensa : 1009000036  
Capacidad de Prensa : 100 t  
Marca de indicador : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Indicador : 1886B0033  
Serie de Indicador : 1886-1-3696  
Marca de Transductor : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Transductor : PA-21R/700bar/80096.14C  
Serie de Transductor : 13017  
Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH  
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

#### 5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO    | MARCA           | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD                  |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 106-2021       | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR      | AEP TRANSDUCERS |                       |                               |

#### 6. Condiciones Ambientales

|                | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 15,2    | 15,1  |
| Humedad %      | 41      | 41    |


#### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 476 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kgf | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) |         |             |             | PROMEDIO "B" kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|------------------|------------|-------------|
|                         | SERIE 1                      | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % |                  |            |             |
| 10000                   | 9905                         | 9901    | 0,95        | 0,99        | 9903,0           | 0,98       | 0,04        |
| 20000                   | 19812                        | 19805   | 0,94        | 0,98        | 19808,5          | 0,97       | 0,03        |
| 30000                   | 29718                        | 29709   | 0,94        | 0,97        | 29713,5          | 0,96       | 0,03        |
| 40000                   | 39646                        | 39604   | 0,89        | 0,99        | 39625,0          | 0,95       | 0,11        |
| 50000                   | 49520                        | 49503   | 0,96        | 0,99        | 49511,5          | 0,99       | 0,03        |
| 60000                   | 59417                        | 59404   | 0,97        | 0,99        | 59410,5          | 0,99       | 0,02        |
| 70000                   | 69348                        | 69311   | 0,93        | 0,98        | 69329,5          | 0,97       | 0,05        |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0098x - 2,8809$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
 y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

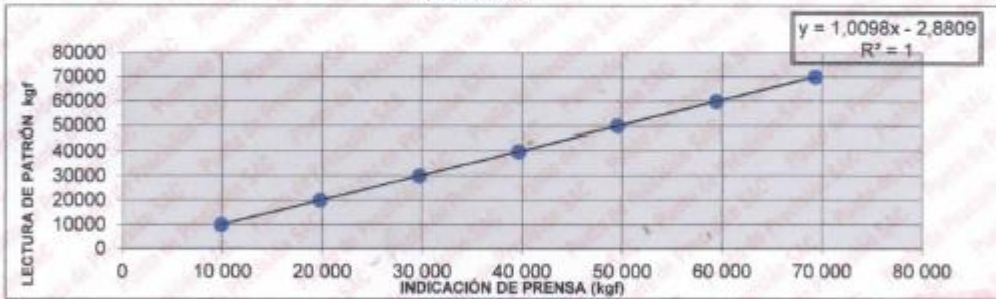
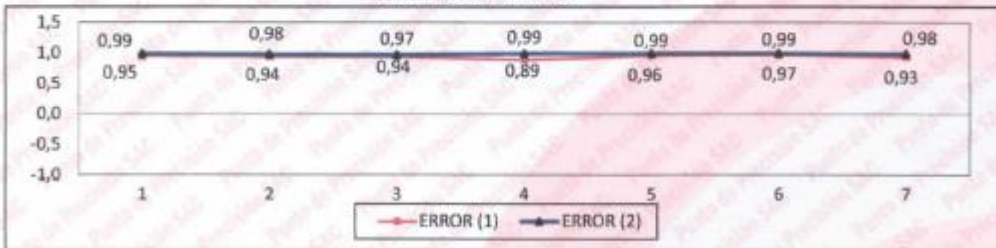


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 1 de 5

Expediente : T 390-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS -  
"GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

2. Instrumento de medición : ESTUFA

Alcance de medición : NO INDICA

Resolución del indicador : 0,1 °C

Alcance del selector : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Marca : ORION

Modelo : HL 01

Procedencia : NO INDICA

Numero de serie : 13050102

Código de identificación : NO INDICA

Fecha de calibración : 2022-07-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotérmicos usando aire como medio conductor".

#### 4. Lugar de calibración

JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

|                            | Inicial | Final |
|----------------------------|---------|-------|
| Temperatura ambiental (°C) | 15,2    | 15,2  |
| Humedad relativa (%hr)     | 41,0    | 41,0  |

### 6. Trazabilidad

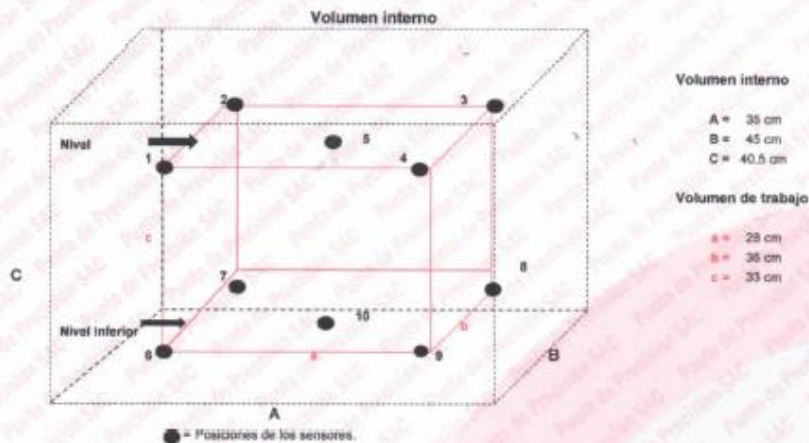
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Patrón utilizado  | N° de Certificado | Trazabilidad        |
|---|-------------------|---------------------|
| Termómetro digital de 10 sensores tempopares tipo K con una incertidumbre en el orden de 0,13 °C a 0,16 °C. | 0093-TPES-C-2021  | PESATEC PERÚ S.A.C. |

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adhiriendo al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para la prueba consistió en bandeja de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 4 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 3,5 cm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022  
Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

| Tiempo<br>hh:mm | Indicador del equipo<br>(°C) | Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C |            |            |            |            |            |            |            |            |             | T. prom.<br>°C | ΔT.<br>°C |
|-----------------|------------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------|
|                 |                              | Posición 1   | Posición 2 | Posición 3 | Posición 4 | Posición 5 | Posición 6 | Posición 7 | Posición 8 | Posición 9 | Posición 10 |                |           |
| 00:00           | 113,5                        | 113,2  | 112,8      | 112,7      | 113,2      | 112,7      | 118,4      | 111,7      | 116,7      | 110,7      | 118,4       | 114,0          | 7,7       |
| 00:02           | 111,5                        | 110,5  | 111,0      | 111,6      | 110,5      | 111,0      | 116,0      | 109,3      | 115,4      | 109,1      | 117,0       | 112,1          | 7,9       |
| 00:04           | 108,9                        | 107,7  | 107,4      | 109,0      | 108,2      | 107,5      | 113,7      | 107,5      | 112,7      | 106,2      | 114,2       | 109,4          | 8,0       |
| 00:06           | 109,8                        | 108,5  | 108,7      | 110,2      | 109,0      | 108,6      | 114,5      | 108,5      | 114,0      | 106,9      | 114,7       | 110,3          | 7,8       |
| 00:08           | 110,1                        | 109,8  | 109,3      | 111,3      | 110,0      | 110,1      | 116,2      | 109,5      | 114,6      | 107,8      | 117,0       | 111,6          | 9,2       |
| 00:10           | 112,3                        | 111,3  | 111,7      | 111,9      | 112,1      | 111,4      | 117,9      | 110,1      | 115,8      | 109,8      | 117,6       | 112,9          | 8,1       |
| 00:12           | 113,5                        | 113,2  | 112,8      | 112,7      | 113,2      | 112,7      | 118,4      | 111,7      | 116,7      | 110,7      | 118,4       | 114,0          | 7,7       |
| 00:14           | 111,5                        | 110,5  | 111,0      | 111,6      | 110,5      | 111,0      | 116,0      | 109,3      | 115,4      | 109,1      | 117,0       | 112,1          | 7,9       |
| 00:16           | 108,9                        | 107,7  | 107,4      | 109,0      | 108,2      | 107,5      | 113,7      | 107,5      | 112,7      | 106,2      | 114,2       | 109,4          | 8,0       |
| 00:18           | 109,8                        | 108,5  | 108,7      | 110,2      | 109,0      | 108,6      | 114,5      | 108,5      | 114,0      | 106,9      | 114,7       | 110,3          | 7,8       |
| 00:20           | 110,1                        | 109,8  | 109,3      | 111,3      | 110,0      | 110,1      | 116,2      | 109,5      | 114,6      | 107,8      | 117,0       | 111,6          | 9,2       |
| 00:22           | 112,3                        | 111,3  | 111,7      | 111,9      | 112,1      | 111,4      | 117,9      | 110,1      | 115,8      | 109,8      | 117,6       | 112,9          | 8,1       |
| 00:24           | 113,5                        | 113,2  | 112,8      | 112,7      | 113,2      | 112,7      | 118,4      | 111,7      | 116,7      | 110,7      | 118,4       | 114,0          | 7,7       |
| 00:26           | 111,5                        | 110,5  | 111,0      | 111,6      | 110,5      | 111,0      | 116,0      | 109,3      | 115,4      | 109,1      | 117,0       | 112,1          | 7,9       |
| 00:28           | 108,9                        | 107,7  | 107,4      | 109,0      | 108,2      | 107,5      | 113,7      | 107,5      | 112,7      | 106,2      | 114,2       | 109,4          | 8,0       |
| 00:30           | 109,8                        | 108,5  | 108,7      | 110,2      | 109,0      | 108,6      | 114,5      | 108,5      | 114,0      | 106,9      | 114,7       | 110,3          | 7,8       |
| 00:32           | 110,1                        | 109,8  | 109,3      | 111,3      | 110,0      | 110,1      | 116,2      | 109,5      | 114,6      | 107,8      | 117,0       | 111,6          | 9,2       |
| 00:34           | 112,3                        | 111,3  | 111,7      | 111,9      | 112,1      | 111,4      | 117,9      | 110,1      | 115,8      | 109,8      | 117,6       | 112,9          | 8,1       |
| 00:36           | 113,5                        | 113,2  | 112,8      | 112,7      | 113,2      | 112,7      | 118,4      | 111,7      | 116,7      | 110,7      | 118,4       | 114,0          | 7,7       |
| 00:38           | 111,5                        | 110,5  | 111,0      | 111,6      | 110,5      | 111,0      | 116,0      | 109,3      | 115,4      | 109,1      | 117,0       | 112,1          | 7,9       |
| 00:40           | 108,9                        | 107,7  | 107,4      | 109,0      | 108,2      | 107,5      | 113,7      | 107,5      | 112,7      | 106,2      | 114,2       | 109,4          | 8,0       |
| 00:42           | 109,8                        | 108,5  | 108,7      | 110,2      | 109,0      | 108,6      | 114,5      | 108,5      | 114,0      | 106,9      | 114,7       | 110,3          | 7,8       |
| 00:44           | 110,1                        | 109,8  | 109,3      | 111,3      | 110,0      | 110,1      | 116,2      | 109,5      | 114,6      | 107,8      | 117,0       | 111,6          | 9,2       |
| 00:46           | 112,3                        | 111,3  | 111,7      | 111,9      | 112,1      | 111,4      | 117,9      | 110,1      | 115,8      | 109,8      | 117,6       | 112,9          | 8,1       |
| 00:48           | 113,5                        | 113,2  | 112,8      | 112,7      | 113,2      | 112,7      | 118,4      | 111,7      | 116,7      | 110,7      | 118,4       | 114,0          | 7,7       |
| 00:50           | 111,5                        | 110,5  | 111,0      | 111,6      | 110,5      | 111,0      | 116,0      | 109,3      | 115,4      | 109,1      | 117,0       | 112,1          | 7,9       |
| 00:52           | 108,9                        | 107,7  | 107,4      | 109,0      | 108,2      | 107,5      | 113,7      | 107,5      | 112,7      | 106,2      | 114,2       | 109,4          | 8,0       |
| 00:54           | 109,8                        | 108,5  | 108,7      | 110,2      | 109,0      | 108,6      | 114,5      | 108,5      | 114,0      | 106,9      | 114,7       | 110,3          | 7,8       |
| 00:56           | 110,1                        | 109,8  | 109,3      | 111,3      | 110,0      | 110,1      | 116,2      | 109,5      | 114,6      | 107,8      | 117,0       | 111,6          | 9,2       |
| 00:58           | 112,3                        | 111,3  | 111,7      | 111,9      | 112,1      | 111,4      | 117,9      | 110,1      | 115,8      | 109,8      | 117,6       | 112,9          | 8,1       |
| 01:00           | 113,5                        | 113,2  | 112,8      | 112,7      | 113,2      | 112,7      | 118,4      | 111,7      | 116,7      | 110,7      | 118,4       | 114,0          | 7,7       |

|             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| T. Promedio | 110,3 | 110,2 | 111,2 | 110,5 | 110,3 | 116,2 | 109,5 | 114,9 | 108,5 | 116,6 | Temperatura promedio general (°C) |
| T. Máximo   | 113,2 | 112,8 | 112,7 | 113,2 | 112,7 | 118,4 | 111,7 | 116,7 | 110,7 | 118,4 |                                   |
| T. Mínimo   | 107,7 | 107,4 | 109,0 | 108,2 | 107,5 | 113,7 | 107,5 | 112,7 | 106,2 | 114,2 |                                   |
| DTT         | 5,5   | 5,4   | 3,8   | 5,0   | 5,2   | 4,7   | 4,3   | 4,0   | 4,5   | 4,2   |                                   |

Tabla de resumen de resultados

| Magnitudes obtenidas                                 | Valor (°C) | Incertidumbre expandida (°C) |
|--|------------|------------------------------|
| Máxima temperatura registrada durante la calibración | 118,4      | 0,2                          |
| Mínima temperatura registrada durante la calibración | 108,2      | 0,2                          |
| Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)         | 5,5        | 0,1                          |
| Desviación de temperatura en el espacio (DTE)        | 8,1        | 0,1                          |
| Estabilidad (s)                                      | 2,75       | 0,04                         |
| Uniformidad  | 9,2        | 0,1                          |



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

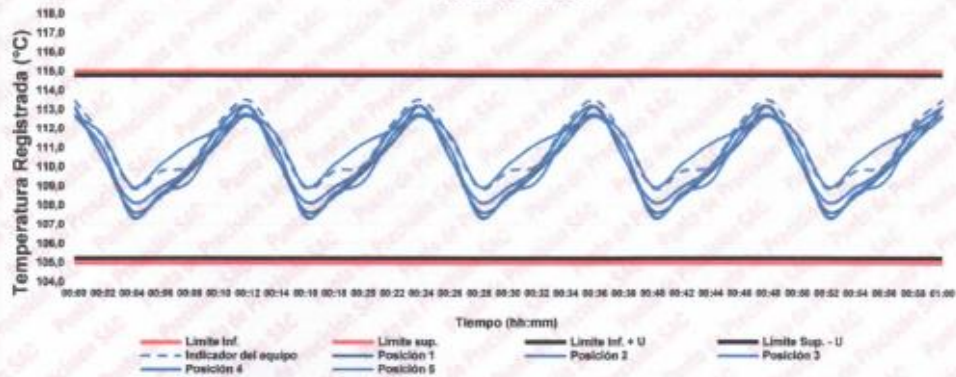
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 4 de 5

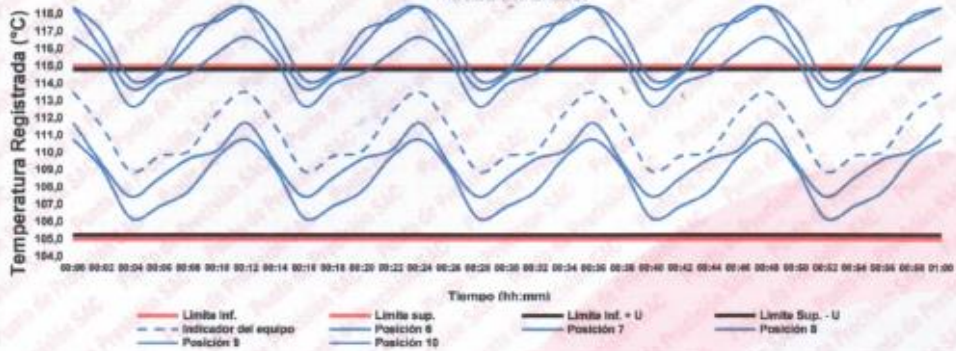
10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 5 de 5

### Nomenclatura

|             |  |
|-------------|--|
| T. prom     | : Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.                           |
| $\Delta T$  | : Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.         |
| T. Promedio | : Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total  |
| T. Máximo   | : La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total |
| T. Mínimo   | : La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total |
| DTT         | : Desviación de temperatura en el tiempo.  |

### Declaración de cumplimiento

El Medio Isotermo, Cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

El Medio Isotermo, No cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

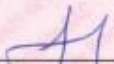
El Medio Isotermo, No se puede concluir si cumple o no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

### Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 477 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 390-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : **BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"**  
Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : **ESCLERÓMETRO**  
Marca : **ELE INTERNATIONAL**  
Modelo : **NO INDICA**  
Serie : **1N0325**  
Alcance de Escala : **10 - 100 Rockwell**

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH  
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración  
La calibración se realizó por comparación con yunque patrón

#### 5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO     | MARCA       | CERTIFICADO   | TRAZABILIDAD |
|-----------------|-------------|---------------|--------------|
| TERMOHIGRÓMETRO | RADIO SHACK | 1AT-0102-2022 | INACAL - DM  |
| YUNQUE PATRÓN   |             | EFP-11        |              |

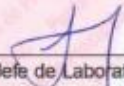
#### 6. Condiciones Ambientales

|                | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 15,2    | 15,2  |
| Humedad %      | 42      | 42    |

#### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 477 - 2022

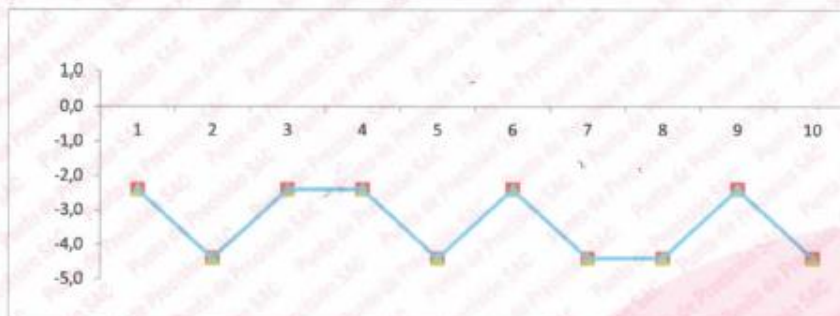
Página : 2 de 2

### Resultados

| REPETICIÓN | YUNQUE PATRÓN | LECTURA DE ESCLERÓMETRO | CORRECCIÓN DEL ESCLERÓMETRO |
|------------|---------------|-------------------------|-----------------------------|
|            | Rockwell      | Rockwell                | Rockwell                    |
| 1          | 63,6          | 66                      | -2,4                        |
| 2          | 63,6          | 68                      | -4,4                        |
| 3          | 63,6          | 66                      | -2,4                        |
| 4          | 63,6          | 66                      | -2,4                        |
| 5          | 63,6          | 68                      | -4,4                        |
| 6          | 63,6          | 66                      | -2,4                        |
| 7          | 63,6          | 68                      | -4,4                        |
| 8          | 63,6          | 68                      | -4,4                        |
| 9          | 63,6          | 66                      | -2,4                        |
| 10         | 63,6          | 68                      | -4,4                        |

|                               |      |          |
|-------------------------------|------|----------|
| YUNQUE PATRÓN                 | 63,6 | Rockwell |
| PROM. DE LECTURA ESCLERÓMETRO | 67,0 | Rockwell |
| PROMEDIO DE ERROR             | -3,4 | Rockwell |

### ERROR DE IMPACTO



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

## Anexo 5. Informe de laboratorio



Página 1 de 6

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

ACI 211

TESIS: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
UBIC. CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
FECHA: 17/05/2023

#### DATOS TECNICOS:

$f_c$  de diseño : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

#### AGREGADO FINO

|                          |      |   |      |
|--------------------------|------|---|------|
| Módulo de finura:        | 2.92 | Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):    | 2.65 |
| Contenido de Humedad(%): | 5.43 | Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):    | 1618 |
| Absorción(%):            | 2.07 | Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ): | 1768 |

#### AGREGADO GRUESO:

|                          |      |   |      |
|--------------------------|------|---|------|
| Contenido de Humedad(%): | 0.96 | Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):    | 2.66 |
| Absorción(%):            | 1.23 | Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):    | 1521 |
|                          |      | Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ): | 1673 |

#### VALORES DE DISEÑO

|   |      |                                   |         |
|---|------|-----------------------------------|---------|
| Resistencia a la compresión(Kg/cm <sup>2</sup> ): | 210  | Peso específico cemento (Tipo I): | 3.11    |
| Tamaño Máximo nominal (Pulg):                     | 3/4" | Revenimiento(pulg):               | 3" a 4" |
| Agua de mezclado (Lts) :                          | 216  | Aire atrapado (%):                | 2.00    |
| Relación a/c :                                    | 0.53 | Volumen de agregado grueso:       | 0.54    |

#### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

| MATERIAL | KG/M3  | DOSIFICACION |                |                            |
|----------|--------|--------------|----------------|----------------------------|
| Cemento: | 408.00 | 0.271        | m <sup>3</sup> | 9.60 Bolsas/m <sup>3</sup> |
| Arena:   | 819.00 | 0.475        | m <sup>3</sup> |                            |
| Piedra:  | 912.00 | 0.588        | m <sup>3</sup> |                            |
| Agua:    | 192.33 | 0.192        | m <sup>3</sup> |                            |

#### PROPORCIONES

| MATERIAL | PESO | VOLUMEN       |
|----------|------|---------------|
| Cemento  | 1    | 1             |
| Arena    | 2.01 | 1.77          |
| Piedra   | 2.24 | 2.18          |
| Agua     | 0.47 | 20.03 lt/seco |

#### OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como evidencia de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce. Reservados todos los derechos. No se autoriza la reproducción o el uso de esta información sin el consentimiento escrito de GEOSTRUCT S.A. (RUC N° 201101628965201). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la exclusiva responsabilidad del usuario.





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 6 de 6

TESIS: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
UBIC. CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
FECHA: 17/05/2023

N° 2023-00841

PESO ESPECIFICO  
ASTM C127-C128 (NTP 400.021-400.022)

| AGREGADO                               | FINO         | GRUESO        |
|--|--------------|---------------|
| Tamaño Maximo de la muestra            | Malla N° 4   | 3/4"          |
| Tipo de Frasco Utilizado               | Fiola 500 ml | Prob. 1000 ml |
| Peso Frasco + Agua                     | 654.70       | 1682.50       |
| Peso Material Sup Seca al aire         | 200.00       | 500.00        |
| Peso Material Saturado + Agua + Frasco | 854.70       | 2182.50       |
| Peso Global con desp. de Volumen       | 779.30       | 1994.60       |
| Peso Vol. Masa + Vol Vacios            | 75.40        | 187.90        |
| Peso Especifico                        | 2.65         | 2.66          |

PORCENTAJE DE ABSORCION  
ASTM C127-C128 (NTP 400.021-400.022)

| AGREGADO                                     | FINO   | GRUESO |
|--|--------|--------|
| N° Recipiente                                | 2      | 6      |
| Peso Recipiente + Material Sup. Seca en Aire | 162.20 | 193.52 |
| Peso Recip. + Material Secado en Estufa      | 159.40 | 191.49 |
| Peso del Agua                                | 2.80   | 2.03   |
| Peso del Recipiente                          | 24.20  | 26.20  |
| Peso Material Secado en estufa               | 135.20 | 165.29 |
| Porcentaje de absorción                      | 2.07   | 1.23   |





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 2 de 6

TESIS: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
UBIC. CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
FECHA: 17/05/2023

N° 2023-00941

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM C 566 (NTP 339.185)

AGREGADO: FINO

| Muestra                       | M-01   |        |
|-------------------------------|--------|--------|
| Recipiente N°                 | 8      | 10     |
| Peso Húmedo + Recipiente (gr) | 143.10 | 137.60 |
| Peso Seco + Recipiente (gr)   | 138.40 | 130.50 |
| Peso recipiente               | 25.30  | 24.40  |
| Peso del agua (gr)            | 4.70   | 7.10   |
| Peso Suelo Seco (gr)          | 113.10 | 106.10 |
| Contenido de Humedad (%)      | 4.16   | 6.69   |

|                      |      |
|----------------------|------|
| Humedad Promedio (%) | 5.43 |
|----------------------|------|

AGREGADO: GRUESO

| Muestra                       | M-01   |        |
|-------------------------------|--------|--------|
| Recipiente N°                 | 2      | 4      |
| Peso Húmedo + Recipiente (gr) | 151.50 | 152.60 |
| Peso Seco + Recipiente (gr)   | 149.90 | 151.80 |
| Peso recipiente               | 25.60  | 25.70  |
| Peso del agua (gr)            | 1.60   | 0.80   |
| Peso Suelo Seco (gr)          | 124.30 | 126.10 |
| Contenido de Humedad (%)      | 1.29   | 0.63   |

|                      |      |
|----------------------|------|
| Humedad Promedio (%) | 0.96 |
|----------------------|------|



JOHN BRAVILUIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47265  
Maestría en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 3 de 6

TESIS: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

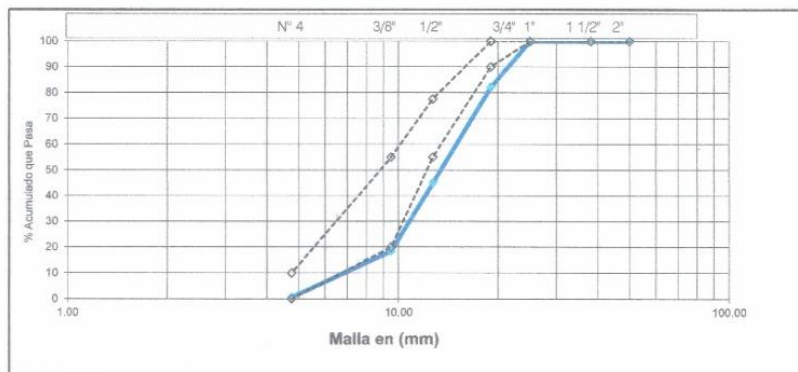
SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
UBIC. CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
FECHA: 17/05/2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM C136 (NTP 400.012)

PESO INICIAL SECO : 2750.00 grs      AGREGADO: GRUESO  
PESO LAVADO SECO: 2730.95 grs      % Pasa N° 4 : 0.69  
Peso Retenido 2" (gr): 0.00

| TAMIZ ASTM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % ACUMULADO QUE PASA |
|------------|---------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 2"         | 50.000        | 0.00               | 0.00               | 0.00                 | 100.00               |
| 1 1/2"     | 38.100        | 0.00               | 0.00               | 0.00                 | 100.00               |
| 1"         | 25.000        | 0.00               | 0.00               | 0.00                 | 100.00               |
| 3/4"       | 19.000        | 490.25             | 17.83              | 17.83                | 82.17                |
| 1/2"       | 12.700        | 1020.30            | 37.10              | 54.93                | 45.07                |
| 3/8"       | 9.500         | 730.20             | 26.55              | 81.48                | 18.52                |
| N° 4       | 4.760         | 490.20             | 17.83              | 99.31                | 0.69                 |
|            |               | 2730.95            |                    |                      |                      |



Módulo de finura : 1.99

OBSERVACION: El agregado grueso esta compuesto por piedra chancada



N° 2023-00841

www.geoestruct.com.pe







**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

TESIS: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH

CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
UBIC. CANTERA: RIOS SANTA - TACLLAN  
FECHA: 17/05/2023

N° 2023-00841

PESO UNITARIO AGREGADO FINO  
ASTM C29 (NTP 400.017)

| TIPO DE PESO UNITARIO           | Peso Unitario Suelto |          |          | Peso Unitario Compactado |          |          |
|---------------------------------|----------------------|----------|----------|--------------------------|----------|----------|
|                                 | 1                    | 2        | 3        | 1                        | 2        | 3        |
| MUESTRA N°                      |                      |          |          |                          |          |          |
| Peso Material + Molde           | 10100.00             | 10130.00 | 10180.00 | 10460.00                 | 10490.00 | 10420.00 |
| Peso del Molde                  | 6700.00              | 6700.00  | 6700.00  | 6700.00                  | 6700.00  | 6700.00  |
| Peso del Material               | 3400.00              | 3430.00  | 3480.00  | 3760.00                  | 3790.00  | 3720.00  |
| Volumen del Molde               | 2124.00              | 2124.00  | 2124.00  | 2124.00                  | 2124.00  | 2124.00  |
| Peso Unitario(Ton/m3)           | 1.601                | 1.615    | 1.638    | 1.770                    | 1.784    | 1.751    |
| Peso Unitario Promedio (Ton/m3) | 1.618                |          |          | 1.768                    |          |          |

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO  
ASTM C29 (NTP 400.017)

| TIPO DE PESO UNITARIO           | Peso Unitario Suelto |         |         | Peso Unitario Compactado |          |          |
|---------------------------------|----------------------|---------|---------|--------------------------|----------|----------|
|                                 | 1                    | 2       | 3       | 1                        | 2        | 3        |
| MUESTRA N°                      |                      |         |         |                          |          |          |
| Peso Material + Molde           | 9930.00              | 9900.00 | 9960.00 | 10230.00                 | 10250.00 | 10280.00 |
| Peso del Molde                  | 6700.00              | 6700.00 | 6700.00 | 6700.00                  | 6700.00  | 6700.00  |
| Peso del Material               | 3230.00              | 3200.00 | 3260.00 | 3530.00                  | 3550.00  | 3580.00  |
| Volumen del Molde               | 2124.00              | 2124.00 | 2124.00 | 2124.00                  | 2124.00  | 2124.00  |
| Peso Unitario(Ton/m3)           | 1.521                | 1.507   | 1.535   | 1.662                    | 1.671    | 1.685    |
| Peso Unitario Promedio (Ton/m3) | 1.521                |         |         | 1.673                    |          |          |







**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Propiedades físicas resultados 14 días

| Porcentaje PET |                   | 0%                    |               |  |
|----------------|-------------------|-----------------------|---------------|--|
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-0%1         | 2.51              | 5.45                  | 6.71          |  |
| 14-0%2         | 2.48              | 5.47                  | 6.68          |  |
| 14-0%3         | 2.46              | 5.41                  | 6.68          |  |
| 14-0%4         | 2.48              | 5.39                  | 6.66          |  |
| Promedio       | 2.48              | 5.43                  | 6.68          |  |
| Porcentaje PET |                   | 15%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-15%1        | 2.36              | 6.23                  | 7.65          |  |
| 14-15%2        | 2.37              | 6.28                  | 7.61          |  |
| 14-15%3        | 2.36              | 6.26                  | 7.59          |  |
| 14-15%4        | 2.34              | 6.25                  | 7.65          |  |
| Promedio       | 2.36              | 6.26                  | 7.63          |  |
| Porcentaje PET |                   | 20%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-20%1        | 2.3               | 6.32                  | 7.77          |  |
| 14-20%2        | 2.23              | 6.31                  | 7.75          |  |
| 14-20%3        | 2.26              | 6.39                  | 7.78          |  |
| 14-20%4        | 2.27              | 6.39                  | 7.76          |  |
| Promedio       | 2.27              | 6.35                  | 7.77          |  |
| Porcentaje PET |                   | 30%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm3) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 14-30%1        | 2.18              | 6.35                  | 7.85          |  |
| 14-30%2        | 2.21              | 6.41                  | 7.85          |  |
| 14-30%3        | 2.19              | 6.32                  | 7.78          |  |
| 14-30%4        | 2.19              | 6.44                  | 7.76          |  |
| Promedio       | 2.19              | 6.38                  | 7.81          |  |





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Propiedades físicas resultados 28 días

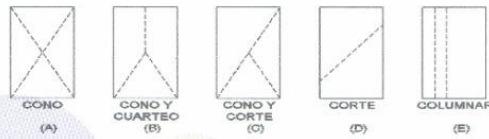
| Porcentaje PET |                                | 0%                    |               |  |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-0%1         | 2.37                           | 5.78                  | 6.28          |  |
| 28-0%2         | 2.53                           | 5.89                  | 6.29          |  |
| 28-0%3         | 2.46                           | 5.94                  | 6.24          |  |
| 28-0%4         | 2.51                           | 5.71                  | 6.19          |  |
| Promedio       | 2.47                           | 5.83                  | 6.25          |  |
| Porcentaje PET |                                | 15%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-15%1        | 2.32                           | 6.21                  | 6.88          |  |
| 28-15%2        | 2.28                           | 6.27                  | 6.83          |  |
| 28-15%3        | 2.33                           | 6.26                  | 6.85          |  |
| 28-15%4        | 2.27                           | 6.23                  | 6.85          |  |
| Promedio       | 2.3                            | 6.24                  | 6.85          |  |
| Porcentaje PET |                                | 20%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-20%1        | 2.31                           | 6.23                  | 6.51          |  |
| 28-20%2        | 2.22                           | 6.31                  | 6.48          |  |
| 28-20%3        | 2.27                           | 6.28                  | 6.41          |  |
| 28-20%4        | 2.28                           | 6.27                  | 6.4           |  |
| Promedio       | 2.27                           | 6.27                  | 6.45          |  |
| Porcentaje PET |                                | 30%                   |               |  |
| Muestra        | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | Absorción de agua (%) | Porosidad (%) |  |
| 28-30%1        | 2.23                           | 6.45                  | 6.71          |  |
| 28-30%2        | 2.21                           | 6.51                  | 6.72          |  |
| 28-30%3        | 2.19                           | 6.52                  | 6.66          |  |
| 28-30%4        | 2.21                           | 6.44                  | 6.62          |  |
| Promedio       | 2.21                           | 6.48                  | 6.68          |  |



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO**  
ASTM C39/C39-M

OBRA: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LAS FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 8/06/2023  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm<sup>2</sup>  
Diámetro: 15.0 cm



| N° | DESCRIPCION | Diseño<br>Kg/cm <sup>2</sup> | Tipo de<br>Rotura | Fecha      |           | Edad<br>Dias | Carga<br>(Kg) | fc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | %<br>fc/fcd |
|----|-------------|------------------------------|-------------------|------------|-----------|--------------|---------------|-----------------------------|-------------|
|    |             |                              |                   | Moledo     | Rotura    |              |               |                             |             |
| 1  | 7-0%1       | 210                          | C                 | 30/05/2023 | 6/06/2023 | 7            | 34800         | 197                         | 93.81       |
| 2  | 7-0%2       | 210                          | E                 | 30/05/2023 | 6/06/2023 | 7            | 35100         | 199                         | 94.76       |
| 3  | 7-15%1      | 210                          | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 20800         | 118                         | 56.19       |
| 4  | 7-15%2      | 210                          | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 20910         | 118                         | 56.19       |
| 5  | 7-20%1      | 210                          | D                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 31500         | 178                         | 84.76       |
| 6  | 7-20%2      | 210                          | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 31500         | 178                         | 84.76       |
| 7  | 7-30%1      | 210                          | C                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 28800         | 163                         | 77.62       |
| 8  | 7-30%2      | 210                          | E                 | 1/06/2023  | 8/06/2023 | 7            | 28100         | 159                         | 75.71       |



OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.













**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION**  
ASTM C496/C78

OBRA: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 15/06/2023  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210

CERT: 22-1183



ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION

Altura: cm  
Diámetro : cm

| N° | DESCRIPCION | Diseño<br>Kg/cm2 | PROMEDIO |        |        | Fecha      |            | Edad<br>Dias | Carga<br>(Kg) | fc<br>(Kg/cm2) | fc<br>(Mpa) |
|----|-------------|------------------|----------|--------|--------|------------|------------|--------------|---------------|----------------|-------------|
|    |             |                  | L (cm)   | b (cm) | h (cm) | Moldeo     | Rotura     |              |               |                |             |
| 1  | 14-0%1      | 210              | 50.05    | 15.02  | 15.04  | 30/05/2023 | 13/06/2023 | 14           | 3820          | 33.72          | 3.31        |
| 2  | 14-0%2      | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 30/05/2023 | 13/06/2023 | 14           | 3680          | 32.49          | 3.19        |
| 3  | 14-15%1     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 15/06/2023 | 14           | 3870          | 34.17          | 3.35        |
| 4  | 14-15%2     | 210              | 50.05    | 15.02  | 15.04  | 1/06/2023  | 15/06/2023 | 14           | 3820          | 33.72          | 3.31        |
| 5  | 14-20%1     | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 1/06/2023  | 15/06/2023 | 14           | 4300          | 37.96          | 3.72        |
| 6  | 14-20%2     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 15/06/2023 | 14           | 4370          | 38.58          | 3.78        |
| 7  | 14-30%1     | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 1/06/2023  | 15/06/2023 | 14           | 4450          | 39.29          | 3.85        |
| 8  | 14-30%2     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 15/06/2023 | 14           | 4350          | 38.40          | 3.77        |



**OBSERVACIONES:**

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



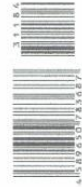


**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION**  
ASTM C496/C78

OBRA: INFLUENCIA PORCENTUAL DE LA FIBRAS DE POLIETILENO TEREFALATO EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE BLOQUES DE CONCRETO - HUARAZ 2023

SOLICITANTE: EDY LOPEZ QUEVEDO  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 29/06/2023  
DOSIFICACION:  
En Peso: --  
En Volumen: --  
fc de Diseño: 210

CERT: 22-1184



ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION

Altura: cm  
Diámetro : cm

| N° | DESCRIPCION | Diseño<br>Kg/cm2 | PROMEDIO |        |        | Fecha      |            | Edad<br>Dias | Carga<br>(Kg) | fc<br>(Kg/cm2) | fc<br>(Mpa) |
|----|-------------|------------------|----------|--------|--------|------------|------------|--------------|---------------|----------------|-------------|
|    |             |                  | L (cm)   | b (cm) | h (cm) | Moldeo     | Rotura     |              |               |                |             |
| 1  | 28-0%1      | 210              | 50.05    | 15.02  | 15.04  | 30/05/2023 | 27/06/2023 | 28           | 4010          | 35.40          | 3.47        |
| 2  | 28-0%2      | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 30/05/2023 | 27/06/2023 | 28           | 4120          | 36.37          | 3.57        |
| 3  | 28-15%1     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4050          | 35.76          | 3.51        |
|    | 28-15%2     | 210              | 50.05    | 15.02  | 15.04  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 3990          | 35.23          | 3.45        |
|    | 28-20%1     | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4910          | 43.35          | 4.25        |
|    | 28-20%2     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4700          | 41.49          | 4.07        |
|    | 28-30%1     | 210              | 50.12    | 15.18  | 15.19  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4910          | 43.35          | 4.25        |
|    | 28-30%2     | 210              | 50.06    | 15.06  | 15.12  | 1/06/2023  | 29/06/2023 | 28           | 4680          | 41.32          | 4.05        |



OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



## Anexo 6. Panel fotográfico





















