



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto para uso  
estructural incorporando tereftalato de polietileno reciclado, Piura  
2024

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Benites Socola, Marcos Andy ([orcid.org/0000-0001-8339-759X](https://orcid.org/0000-0001-8339-759X))

Garcia Bernilla, Cristhian Javier ([orcid.org/0000-0003-0729-0429](https://orcid.org/0000-0003-0729-0429))

**ASESOR:**

Dr. Ing. Prieto Monzon, Pedro Pablo ([orcid.org/0000-0002-1019-983X](https://orcid.org/0000-0002-1019-983X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA — PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PRIETO MONZON PEDRO PABLO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERIA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL INCORPORANDO TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO, PIURA 2024", cuyos autores son GARCIA BERNIL, LA CRISTHIAN JAVIER, BENITES SOCOLA MARCOS ANDY, constato que la investigación tiene un Índice de similitud de 20%, 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.

PIURA, 22 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PRIETO MONZON PEDRO PABLO DNI: 02891452 ORCID 0000-0002-1019-983X	Firmado electrónicamente por: P.PRIETOM el 22-07- 2024 19:36:54

Código documento Trifce: TRI - 0830444





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, BENITES SOCOLA MARCOS ANDY, GARCIA BERNILLA CRISTHIAN JAVIER estudiantes de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO PARA USO ESTRUCTURAL INCORPORANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO, PIURA 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GARCIA BERNILLA CRISTHIAN JAVIER DNI: 70869835 ORCID: 0000-0003-0729-0429	Firmado electrónicamente por: CGARCIABE98 el 05-09-2024 21:00:58
BENITES SOCOLA MARCOS ANDY DNI: 70931929 ORCID: 0000-0001-8339-759X	Firmado electrónicamente por: MBENITESSO29 el 05-09-2024 21:01:15

Código documento Trilce: INV - 1740191



## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo académico a nuestras Familias y amigos, cuyo amor y apoyo incondicional han sido fundamentales en nuestra trayectoria educativa. Gracias por alentarnos en cada paso que hemos dado y por brindarnos las herramientas necesarias para alcanzar nuestras metas académicas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primeramente a Dios, también a todas las personas que contribuyeron de manera directa e indirecta a la realización de este proyecto. Sin su apoyo, orientación y colaboración, este trabajo no habría sido posible. Agradecemos a nuestras familias y amigos por su apoyo inquebrantable y comprensión a lo largo de este viaje académico.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTORES.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	11
III.RESULTADOS .....	16
IV. DISCUSIÓN .....	21
V. CONCLUSIONES .....	26
VI. RECOMENDACIONES .....	27
REFERENCIAS .....	28
ANEXOS .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados promedios del ensayo de resistencia a la compresión .....	16
Tabla 2: Resultados promedios del ensayo de resistencia a la flexión .....	18
Tabla 3: Resultados del ensayo trabajabilidad (SLUMP) .....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores Promedio de Resistencia a la Compresión .....	17
Gráfico 2: Valores Promedio de Resistencia a la flexión .....	18
Gráfico 3: Valores Asentamiento .....	19

## Resumen

En nuestro informe de tesis tuvimos como objetivo de esta investigación, determinar las propiedades mecánicas de un concreto estructural incorporado tereftalato de polietileno reciclado (PET) en Piura, 2024. contribuyendo al ODS 9: Industria, innovación e infraestructura. Para esto, hemos considerado una investigación de tipo experimental, con un enfoque cuantitativo y diseño experimental. En nuestra investigación utilizamos muestras de concreto con diferentes porcentajes de PET (0%, 5%, 7%, y 10%) y los instrumentos de recolección de datos incluyeron guías de observación y formatos de laboratorio. Los resultados mostraron que el PET mejora la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto, pero reduce la resistencia a la flexión, con 5% y 7% de PET, las resistencias a la compresión fueron  $f'_c=238\text{Kg/cm}^2$  y  $f'_c=217\text{Kg/cm}^2$  respectivamente, superando los  $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$  esperados, mientras que con 10% de PET fue de  $f'_c=187\text{Kg/cm}^2$ , por otra lado, la resistencia a la flexión disminuyó, siendo  $M_r=38\text{Kg/cm}^2$ ,  $M_r=30.4\text{Kg/cm}^2$ , y  $M_r=26.6\text{Kg/cm}^2$ ; los resultados obtenidos para porcentajes de 5%, 7% y 10% respectivamente, frente a los  $M_r=47\text{Kg/cm}^2$  del concreto tradicional. En conclusión, el concreto con PET es viable para resistir fuerzas de compresión y mantiene buena trabajabilidad, aunque no mejora la flexión.

**Palabras clave:** Compresión, flexión, trabajabilidad, Propiedades mecánicas, ensayo.

## Abstract

In our thesis report, the objective of this research was to determine the mechanical properties of a structural concrete incorporated recycled polyethylene terephthalate (PET) in Piura, 2024. contributing to SDG 9: Industry, innovation and infrastructure. For this, we have considered an experimental type of research, with a quantitative approach and experimental design. In our research we used concrete samples with different percentages of PET (0%, 5%, 7%, and 10%) and the data collection instruments included observation guides and laboratory formats. The results showed that PET improves the compressive strength and workability of concrete, but reduces the flexural strength, with 5% and 7% PET, the compressive strengths were  $f'_c=238\text{Kg/cm}^2$  and  $f'_c=217\text{Kg/cm}^2$  respectively, exceeding the expected  $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$ , while with 10% PET it was  $f'_c=187\text{Kg/cm}^2$ , on the other hand, the flexural strength decreased, being  $M_r=38\text{Kg/cm}^2$ ,  $M_r=30.4\text{Kg/cm}^2$ , and  $M_r=26.6\text{Kg/cm}^2$ ; the results obtained for percentages of 5%, 7% and 10% respectively, compared to  $M_r=47\text{Kg/cm}^2$  of traditional concrete. In conclusion, concrete with PET is viable to resist compression forces and maintains good workability, although it does not improve bending.

**Keywords:** Compression, bending, workability, mechanical properties, testing.

## I. INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de soluciones constructivas que integren sostenibilidad ambiental y un óptimo desempeño estructural ha fomentado la investigación en el uso de materiales reciclados en el concreto. En este contexto, el Tereftalato de polietileno (PET) reciclado se muestra como una opción prometedora, dado su abundante disponibilidad y su capacidad para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. No obstante, la eficacia y la viabilidad práctica de esta incorporación en términos de resistencia, durabilidad y respuesta a cargas estructurales siguen siendo retos importantes que requieren un enfoque integral. Este estudio se centra en analizar las propiedades mecánicas del concreto al añadir PET reciclado, evaluando su resultado en la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del material, con la intención de ofrecer recomendaciones basadas en evidencia para su uso en proyectos de construcción sostenible y eficiente.

El polímero termoplástico conocido como tereftalato de polietileno (PET) ha gozado de una extensa aplicación en la industria de envases para bebidas y productos asociados al envasado. La disponibilidad de residuos de PET reciclado ofrece una oportunidad única para incorporarse este material en la producción de concreto como reemplazo parcial de agregados convencionales. Esta práctica no solo promueve la reutilización de plásticos reciclados, además de eso, puede influir de manera considerable en la mejora de las características mecánicas y físicas de un concreto, convirtiéndolo en una opción adecuada para su uso en aplicaciones estructurales.

El objetivo de este estudio se enfocó en examinar las características mecánicas de un tipo de hormigón desarrollado con fines estructurales específicos, en el que se incorpora tereftalato de polietileno reciclado como parte de su composición. Esta investigación tuvo lugar en la región de Piura del presente año, donde las condiciones climáticas y las necesidades de construcción local desempeñan y desarrolla una función crucial en la exploración de enfoques innovadores y sustentables dentro del sector de la construcción.

Con base en lo expuesto previamente, surgieron las siguientes interrogantes de la investigación, como pregunta general tuvimos, ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de un concreto estructural incorporando tereftalato de polietileno reciclado

en Piura 2024?, del cual surgieron las siguientes preguntas específicas, ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto de uso estructural aplicando el tereftalato de polietileno reciclado en Piura, 2024?, también ¿Cuál es la resistencia a flexión de un concreto convencional y el concreto con incorporación de tereftalato de polietileno en Piura, 2024?, y por último ¿Cuál es el porcentaje ideal de tereftalato de polietileno reciclado para mejorar la trabajabilidad del concreto estructural en Piura, 2024?

Esta investigación se basa en la necesidad de realizar una evaluación técnica y novedosa de las propiedades mecánicas de un concreto que integra PET reciclado para su aplicación estructural. Esta propuesta fomenta la innovación en la tecnología y los materiales utilizados en la ejecución de estructuras de concreto, permitiendo el desarrollo de un concreto que no solo mantenga altos estándares de calidad, sino que también contribuya al cuidado del medio ambiente. Estos aspectos son cruciales en cualquier proyecto de construcción civil.

La justificación metodológica de este estudio radica en la aplicación de ensayos que miden La resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la trabajabilidad (Slump) se utilizan para evaluar las propiedades mecánicas de un concreto destinado a uso estructural que PET reciclado.

El estudio cuenta con una justificación práctica, dado que su objetivo es abordar un problema particular. Se pretende proporcionar información sobre la evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto para uso estructural que incluya tereftalato de polietileno reciclado, además de realizar su implementación práctica. Al estudiar las propiedades del concreto con la incorporación de PET reciclado, se pretende no solo optimizar sus características mecánicas, sino también ofrecer una solución sostenible de la construcción de estructuras, este enfoque practico permitirá desarrollar un material innovador que cumpla con los estándares de calidad, contribuyendo a la mejora del concreto para uso estructural.

Finalmente, la investigación se justifica socialmente al proporcionar una alternativa viable para los habitantes del departamento de Piura. Además, promueve el uso sustentable de los recursos ecológicos mediante la incorporación de tereftalato de polietileno (PET) reciclado en la construcción. Este enfoque no solo ayuda a mejorar la calidad de vida de los habitantes, sino que también promueve prácticas de construcción más responsables y sostenibles.

A través de una metodología rigurosa de pruebas y análisis, este estudio pretende

proporcionar datos sólidos que informen sobre la eficacia y la idoneidad del concreto con PET reciclado, lo que podría abrir nuevas perspectivas para la implementación de componentes reciclados en la construcción de infraestructuras en Piura y, potencialmente, en otras regiones con desafíos similares. Por ello se planteó como objetivo general el de determinar las Propiedades Mecánicas para un concreto estructural incorporando tereftalato de polietileno reciclado en Piura 2024., De la misma manera para el desarrollo de este se plantean como objetivos específicos, tenemos, determinar la resistencia a la compresión del concreto con tereftalato de polietileno reciclado en Piura,2024, asimismo como segundo objetivo específico tenemos, determinar la resistencia a la flexión del concreto con inclusiones de PET reciclado en Piura,2024, como último objetivo específico tenemos, analizar cuál es el porcentaje ideal de tereftalato de polietileno para mejorar la trabajabilidad del concreto en Piura,2024.

Se ha considerado después de haber revisado distintas fuentes de información relacionadas con el tema de investigación, mencionar las siguientes investigaciones vinculadas con las variables propuestas en esta tesis.

En antecedentes internacionales mencionamos a Chinchillas et al (2020) en su investigación “Una nueva aplicación de nanofibras compuestas de PET/PAN reciclado a materiales a base de cemento.”, México, la eliminación inadecuada del tereftalato de polietileno (PET) causa severos problemas ambientales y, por ello, es necesario desarrollar alternativas para el uso eficiente de este material. El objetivo principal es aplicar un nuevo tipo de nanofibras compuestas fabricadas con PET reciclado y poliacrilonitrilo (RPET/PAN) a materiales a base de concreto, El compuesto se añadió a materiales cementosos Con el fin de potenciar las características mecánicas y la durabilidad del material, lo cual lo posiciona como una opción factible en el contexto del reciclaje de PET. Entre otros resultados importantes, el material mostró un aumento en su capacidad de resistir a compresión y también en flexión, y una disminución de la contracción por secado de hasta 26,1, 89,1 y 93,1% en comparación con un mortero de referencia, respectivamente.

Según Meena et al (2022), en su estudio “Evaluación de las propiedades mecánicas y trabajabilidad del hormigón reforzado con fibras de tereftalato de polietileno”, India, Muchos investigadores han utilizado desechos de plástico reciclado para sustituir los agregados en el concreto durante décadas, y este documento describe en detalle las

propiedades técnicas de los desechos de plástico reciclado. La inclusión de resina modifica las características mecánicas y la resistencia del hormigón, de acuerdo con los hallazgos obtenidos en las pruebas realizadas, este estudio empleó fibras plásticas obtenidas a partir de botellas de plástico recicladas para fortalecer el concreto convencional. La fuerza compresiva, la cantidad de cubos y cilindros de hormigón estándar y reforzado con fibra se determina en el laboratorio. Este estudio ha constituido una relación entre la capacidad de compresión y la resistencia cilíndrica tanto en el hormigón armado convencional como en aquel reforzado con fibras plásticas, comparándola con los estándares normativos correspondientes.

Según Acevedo y Posada (2019), en su proyecto “Polietileno tereftalato como reemplazoparcial del agregado fino en mezclas de concreto”, Colombia, la intención de esta investigación fue explorar la viabilidad de utilizar material PET reciclado en lugar de agregado convencional, con el fin de mitigar el impacto ambiental asociado con las emisiones de carbono. Se evaluaron tanto la capacidad de resistir a la compresión como la trabajabilidad del concreto en un análisis que implicó el relevo subjetivo del agregado fino por PET reciclado. Este reemplazo implicó sustituir la arena por partículas de PET, variando el grado de sustitución en distintas mezclas (5%, 10%, 15% y 20%). Los hallazgos indicaron que a medida que se aumentaba la conveniencia de sustitución de arena, se observaba una reducción en capacidad de resistir a la compresión. No obstante, la manejabilidad del hormigón armado se mantenía constante siempre y cuando se mantuviera la repartición de las medidas de las concentraciones de los agregados. Se concluyó que un reemplazo del 15% de la arena era la opción más adecuada, ya que permitiría una sustitución significativa sin afectar la manejabilidad y con un decrecimiento asequible en la capacidad de resistir a la compresión

Como antecedentes nacionales tenemos a Rodríguez y Villarreal (2020), con su investigación “Efecto de las Partículas de Tereftalato de Polietileno Reciclado en la Resistencia a la Compresión y Desgaste de Adoquines de Concreto”, Trujillo, para alcanzar el grado de Ingeniero Civil, la investigación se centra en perfeccionar su capacidad de resistir a compresión y la también sobre su resistencia al deterioro de adoquines convencionales tipo I. Para lograr esto, se incorporan partículas recicladas de tereftalato de polietileno, tratando de seguir y cumplir con las normativas NTP.399.611 y NTP.399.624 como pautas de referencia. Los resultados demostraron

que al agregar un 3% de PET reciclado, La fuerza compresiva a los 28 días aumentó en un 10.67%, mientras que la resistencia a la abrasión mostró una reducción en 20.02 gr/min en comparación con los adoquines estándar. Estos resultados respaldan la viabilidad y eficacia de emplear polietileno tereftalato reciclado como una alternativa viable en la producción de adoquines, lo cual implica mejoras significativas en las propiedades del producto y contribuye a la sostenibilidad ambiental.

según Bedregal y Meneses (2022), en su tesis titulada “Influencia del polietileno tereftalato reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido, Puno – 2022” para adquirir el grado de Ingeniero Civil, el estudio se enfocó en examinar el impacto del empleo de PET reciclado en la capacidad de resistir a la compresión del concreto utilizado en una pavimentación rígida de la zona de Puno. Se observó que la incorporación de PET tuvo una secuela positiva en la capacidad de resistir a la compresión del concreto, según los hallazgos obtenidos. En el proceso, se produjeron un total de 60 muestras, incluyendo 5 muestras de referencia con su resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 5 muestras para cada uno de los siguientes porcentajes de incorporación de PET en lugar del agregado grueso: 3%, 6% y 9%. La resistencia se evaluó a los 7, 14 y 28 días siguiendo los lineamientos establecidos en las normativas ASTM C-39 y ASTM C-172. Todas las muestras exhibieron una buena manejabilidad, con valores de asentamiento dentro del rango de 3" a 4". Los porcentajes promedio de añadidura de PET reciclado a los 28 días fueron del 3%, con una resistencia del 103.34%, del 6 %, con una resistencia del 105,81%, y del 9%, con una resistencia del 108%. Todos estos valores superaron la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando un 101.22%, lo que indica que todos los porcentajes se consideran ideales en términos de resistencia.

Coronel y Dueñas (2020), en su investigación “Evaluación de las propiedades de ladrillo de concreto con la sustitución parcial de la arena por plástico reciclado PET”, Lima, para lograr el grado de ingeniero civil, el principal objetivo fue analizar cómo las propiedades del ladrillo de concreto se ven forzadas por la implementación de PET, y los hallazgos revelaron que esta incorporación tuvo un impacto significativo en dichas propiedades. Los estudios de laboratorio mostraron que las dimensiones del ladrillo variaron en -0,24%, -0,05% y -1,72%. Asimismo, se observó una deformación de 3

mm, alcanzando una resistencia máxima a la compresión de 65 kg/cm<sup>2</sup>, con una absorción del 4,12% y una densidad de 2,18 gr/cm<sup>3</sup>. Estos resultados indican de manera concluyente que la inclusión de plástico PET en los porcentajes mencionados (25%, 50% y 75%) tuvo un efecto evidente en las dimensiones, la capacidad de resistir a la compresión y otras características fundamentales del ladrillo de concreto. Estos hallazgos deben ser considerados minuciosamente al evaluar la viabilidad y la conveniencia de emplear PET en la producción de ladrillos de concreto, ya que parece influir en aspectos como la variabilidad dimensional y la resistencia del producto.

Cueva y Palacios (2020), en su tesis “Diseño de concreto para elementos no estructurales utilizando fibras de plástico PET, en la ciudad de Piura”, la cual fue para alcanzar el grado de Ingeniero civil, la finalidad del proyecto fue estimar el impacto de la adaptación de plástico reciclado (PET) en la formulación del concreto utilizado para elementos que son considerados no estructurales en la región de Piura. El análisis se llevó a cabo de manera experimental, manipulando la variable independiente que es el plástico reciclado (PET) para elaborar un concreto destinado a elementos considerados no estructurales como sardineles, contrapisos, entre otros (variable dependiente). Se clasifica como investigación aplicada, ya que busca abordar un problema socioambiental. El estudio utilizó una muestra de 20 probetas cilíndricas para realizar ensayos de compresión, 12 probetas para ensayos de tracción y 16 vigas prismáticas para ensayos de flexión. Los resultados principales indicaron que, en términos de proporciones de materiales, los pesos de los componentes se mantuvieron constantes, excepto para el agregado fino, cuyo peso disminuyó debido a que parte de su volumen se reemplazó con plástico PET. Se observa que a medida que aumentaba el porcentaje (PET) en el concreto, sus características físicas y mecánicas tendían a disminuir en comparación con el patrón concreto. Sin embargo, los resultados aún cumplirían con los requisitos de resistencia especificados en el diseño de la mezcla. En cuanto al aspecto económico, se consideraba el costo-beneficio por m<sup>3</sup> de concreto PET aumentaba en comparación con el patrón concreto. Por ejemplo, para el concreto con un 0.2% de fibras PET, el costo adicional fue de S/. 340.99 en comparación con el patrón concreto. Este análisis económico se aplicó a diferentes porcentajes de fibras PET.

Según Espinoza y Peña (2022), en su tesis “Uso del plástico PET en la elaboración de

ladrillos ecológicos para tabiques, del distrito de Castilla, Piura 2022”, la cual fue para optar el grado de ingeniero civil, El propósito principal del estudio consistió en examinar la producción de ladrillos sostenibles para paredes de tabiques mediante la incorporación de plástico reciclado (PET) como uno de sus componentes, en el distrito de Castilla, Piura, durante el año 2022. Esta investigación se encuentra dentro del ámbito aplicado y emplea un enfoque cuantitativo mediante un diseño experimental. La muestra consistió en ladrillos ecológicos fabricados con plástico reciclado (PET) de dimensiones estándar de 25 x 12,5 x 7 cm. Se seleccionaron 60 ladrillos, distribuidos en tres grupos con diferentes proporciones de plástico PET (10%, 30% y 60%), conforme a lo estipulado en las normas. Estos ladrillos fueron puestos a diversos ensayos para evaluar las variaciones en sus dimensiones, absorción de agua, deformación y capacidad de resistir a la compresión. El muestreo se llevó a cabo de manera no aleatoria. Los resultados indicaron que los ladrillos con un contenido de plástico reciclado (PET) del 10% cumplieron con los estándares establecidos por la normativa, mostrando variaciones máximas del 1.05% en longitud, 3.06 % en ancho y 3.82 % en altura, con una deformación máxima de 2.4 mm en la cara A y 2.5 mm en la cara B, una absorción máxima del 9.90%, y una resistencia máxima de 45,538 kg/cm<sup>2</sup> o 4,467 MPa. Asimismo, se destacó que podría ser apto para la distribución comercial debido a su bajo costo de producción, estimado en S/ 1.00 por unidad.

Según Sandoval y Guzmán (2019), en su tesis “Propuesta de elaboración y diseño de bloques de concreto simple y PET reciclado para muros de mampostería en la ciudad de Piura” la cual se elaboró para conseguir el grado de ingeniero civil, el objetivo principal es establecer una propuesta para la fabricación de bloques de concreto simple utilizando material PET reciclado, destinados a la construcción de muros de tabiquería. En la investigación nos basamos en teorías apoyadas por estudios previos, normas técnicas, bibliografías y reglamentos. Se utiliza una metodología aplicada, descriptiva y experimental, la población consiste en los bloques de concretos simples, mientras que la muestra se conforma por los bloques diseñados exclusivamente para este proyecto. Las conclusiones del estudio respaldan esta hipótesis. Se diseñó una mezcla con un 3% de concreto y PET, con una dosificación específica, y se obtuvo que las propiedades físicas y mecánicas de estos bloques son comparables a las de bloques de concreto convencionales. Por ejemplo, se menciona una capacidad de resistir a la compresión promedio de 73 kg/cm<sup>2</sup>, que cumple con las normas aplicables.

Además, se realizó un análisis de costos y se concluyó que, aunque el bloque de concreto y PET reciclado tiene un costo ligeramente superior al bloque de concreto convencional (S/. 2.52 frente a S/. 2.00), su ventaja radica en la economía a gran escala debido a una mayor cantidad de bloques adquiridos. En relación con las conclusiones, se resalta que las características físicas de los ladrillos de concreto con material PET no muestran diferencias significativas respecto a los ladrillos de concreto convencionales, dado que sus propiedades están afectadas por la geometría y el proceso de fabricación, los cuales fueron similares para ambos tipos de ladrillos.

Una vez terminado con los antecedentes internacionales, nacionales y locales procedemos a describir las bases teóricas, su composición básica del concreto, el concreto es una mezcla compuesta principalmente por tres ingredientes claves: cemento, agregados (árido grueso y árido fino) y agua. El cemento actúa como el aglutinante y junto con los agregados, y el agua que es esencial para la hidratación del concreto, al mezclarse estos tres insumos resulta en un material resistente y duradero (Kosmatka et al., 2002).

La relación agua/cemento en un diseño de concreto se refiere a la proporción de agua en comparación con la cantidad de cemento empleada. Este factor impacta en la resistencia, la durabilidad y la facilidad de manipulación del concreto (Neville, 2011).

Los agregados, que pueden ser naturales o artificiales, representan la mayor parte del volumen del concreto. Contribuyen a la resistencia, la durabilidad y la economía de la mezcla de concreto (Neville, 2011).

El PET reciclado, un material plástico comúnmente empleado en envases de agua, bebidas, refrescos y diversos productos de consumo, destaca por su durabilidad, resistencia y capacidad de reciclaje (Andrady y Neal, 2009).

El proceso de reciclaje de PET generalmente incluye las etapas de recolección, clasificación, trituración, lavado, secado y extrusión. Durante estas etapas, el PET reciclado se convierte en escalas o gránulos que pueden ser utilizados en la elaboración de una variedad de elementos (Auras et al., 2004).

El PET reciclado se utiliza en el concreto como reemplazo parcial de los agregados convencionales. La implementación de PET reciclado en la composición del concreto puede influir tanto de manera favorable como desfavorable en varias características, como resistencia a la tracción y capacidad de deformación. Sin embargo, también puede influir en aspectos como la facilidad de manipulación, la densidad y la distribución granulométrica del PET reciclado utilizado son factores críticos que repercuten en las propiedades finales del concreto (Siddique y Khatib, 2008).

La resistencia a la compresión constituye un atributo esencial del concreto, referido a su capacidad para soportar cargas bajo compresión. Esta característica se determina generalmente en términos de presión, expresada en unidades convencionales como mega pascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). La resistencia a la compresión desempeña un papel crucial en aplicaciones estructurales al determinar la capacidad del concreto para soportar cargas verticales y mantener su integridad bajo condiciones de compresión (Neville y Brooks, 2010).

El concreto es débil en tracción en comparación con la compresión. La resistencia a la tracción se alude a su capacidad para resistir fuerzas de tracción. Puede medirse mediante ensayos de tracción directa o indirecta, en aplicaciones estructurales, la resistencia a la tracción es importante para evitar fisuras y fallas por tracción en el concreto (Mindess et al., 2003).

La durabilidad del concreto se refiere a su capacidad para resistir condiciones ambientales adversas, como ciclos de congelación y descongelación, ataques químicos y abrasión. La durabilidad es crítica en estructuras a largo plazo, la durabilidad puede mejorarse mediante el uso de aditivos y prácticas de mezcla adecuadas (Mindess et al., 2003).

La absorción de agua se relaciona con la capacidad del concreto para absorber y retener agua. Una alta absorción puede dar lugar a problemas de durabilidad y congelación-deshielo, reducir la absorción de agua es importante para prevenir daños causados por la humedad (Neville y Brooks, 2010).

En la construcción de estructuras de concreto, es fundamental seguir las normativas y códigos de construcción específicos que regulan el diseño, la construcción y la inspección. En Perú, el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) es una clave de referencia, el RNE establece los requisitos de diseño y construcción para avalar la

seguridad y la calidad de las estructuras de concreto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú).

La construcción de estructuras de concreto, es fundamental seguir las normas y códigos de diseño específicos que rigen la resistencia, la durabilidad y otros elementos asociados con la seguridad de las estructuras, en Perú, la norma técnica que regula el concreto estructural es la "NTE - E.070: Concreto Armado" (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018). Este documento establece los requisitos técnicos necesarios para el diseño y la edificación de estructuras que emplean concreto como material principal.

En la construcción de concreto estructural, es esencial cumplir con las normas técnicas específicas que regulan su diseño, mezcla, colado y control de calidad. En Perú, una norma relevante es la NTP 339.030, que establece los requisitos para el concreto estructural y sus componentes.

Cuando se utilizan materiales reciclados en la construcción, es importante cumplir con las normativas que rigen su uso. En Perú, la norma técnica NTP E.100 establece los requisitos para la implementación de materiales reciclados en la construcción, incluido el plástico PET reciclado.

Además de las regulaciones locales, es importante considerar las normativas internacionales, como las establecidas por la American Concrete Institute (ACI) o la ASTM International, que a menudo son referencias en el campo de la construcción a nivel mundial.

Finalmente se planteó la siguiente hipótesis general, "la incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado mejorara las propiedades mecánicas del concreto para uso estructural en Piura,2024.

## II. METODOLOGÍA

Nuestra investigación es de tipo aplicada, según lo expuesto por Hernández y Baptista (2014), “una investigación es aplicada cuando se tiene como objetivo resolver unos problemas específicos que afecten a personas y/o a la sociedad”. Puesto que en nuestra investigación evaluaremos si la utilización de tereftalato de polietileno influye o no en las propiedades mecánicas del concreto y proporcionamos información valiosa para su posible implementación en proyectos de construcción en Piura y otras regiones.

También, el enfoque empleado es cuantitativo, este tipo de enfoque se focaliza en la obtención y análisis de datos numéricos para entender la relación entre las variables, ya que, a lo largo de este trabajo, se llevarán a cabo ensayos exhaustivos para determinar la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la trabajabilidad; que son propiedades mecánicas claves de este material, comparándolas con las de un concreto convencional.

En cuanto a nuestro diseño de investigación es experimental, ya que, Campbell y Stanley (1963), nos expresa que “el trabajo de investigación experimental tiene un sentido de investigación en el que se manejan una o más variables independientes para contemplar su consecuencia en una variable dependiente”. Por lo que nuestro diseño permite establecer relaciones de causa y efecto entre nuestras variables, esto es común en estudios científicos. Desarrollaremos una investigación para medir y analizar de manera cuantitativa como el tereftalato de polietileno reciclado afecta las propiedades mecánicas del concreto. Esto sugiere un diseño experimental en el que se recolectan datos medibles a través de pruebas y análisis.

Nuestro estudio se enmarca en un enfoque descriptivo, orientado a la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con diversas concentraciones de PET.

En esta investigación, las variables identificadas son el Tereftalato de polietileno como variable independiente y las propiedades mecánicas del concreto como variable dependiente.

La variable independiente es una peculiaridad, condición o factor que se manipula o se considera como la causa en un estudio de investigación. Es la variable que se cree que tiene un efecto sobre la variable dependiente y se modifica o controla en el diseño de un experimento o estudio para observar su influencia en el resultado. (Kerlinger y lee, 2002), por esta razón, nuestra variable independiente es Tereftalato de Polietileno

reciclado.

El tereftalato de polietileno, es un tipo de polímero termoplástico obtenido mediante la policondensación de dos monómeros distintos, el ácido tereftálico y el etilenglicol. Se distingue por su elevada transparencia, resistencia mecánica, rigidez y su aptitud para ser conformado en múltiples configuraciones. Es ampliamente utilizado en la industria de envases, particularmente para botellas de plástico, así como en la fabricación de fibras textiles. (Kamide y Ando, 2000)

En nuestra investigación, se busca evaluar la trabajabilidad del tereftalato de polietileno reciclado y su impacto en las propiedades mecánicas del concreto a través de la realización de tres pruebas específicas. Estas pruebas incluirán la medición de la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la trabajabilidad del concreto. La variable de estudio será el porcentaje de tereftalato de polietileno, mientras que los indicadores se expresarán en  $\text{kg/cm}^2$  y pulgadas.

La variable dependiente es una característica o resultado que se mide o se observa en un estudio de investigación y que puede verse afectada por la variable independiente. En otras palabras, es la variable que se estudia para evaluar el impacto o influencia de la variable independiente en un fenómeno o proceso. (Cooper y Schindler, 2014). En este caso nuestra variable dependiente es las Propiedades mecánicas del concreto para uso estructural.

Las características físicas y mecánicas del concreto destinado a aplicaciones estructurales se refieren a sus atributos que determinan su habilidad para soportar cargas y mantener su integridad estructural bajo diferentes condiciones. Estas características abarcan aspectos como la capacidad de resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión, así como la densidad, elasticidad, durabilidad y capacidad de absorción de agua, todas esenciales para una evaluación exhaustiva de su comportamiento en aplicaciones estructurales. (Neville y Brooks, 2010).

En esta investigación, las muestras que preparamos se sometieron a tres pruebas diferentes, y en cada una de ellas, las muestras tendrán una proporción diferente de tereftalato de polietileno además del concreto estándar. Las dimensiones de esta variable son: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y trabajabilidad del concreto; por otra parte, los indicadores de esta variable serán:  $\text{kg/cm}^2$  y pulgadas.

Con respecto a la población, Tamayo (2003, p. 176), nos dice que la población se

concibe como un cumulo de individuos, elementos o variables que exhiben características específicas, observables en un contexto espacio-temporal definido, las cuales revisten una relevancia significativa en la elección eficiente de la muestra que se analiza en la investigación. Nuestra población de nuestra investigación es un metro cubico de diseño de mezcla del concreto convencional y con tereftalato de polietileno reciclado para una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Se considera dentro del proyecto el diseño de mezcla de concreto convencional y con tereftalato de polietileno reciclado con porcentajes de 5% ,7% y 10%.

Por el contrario, no se considerarán mezclas que no contengan tereftalato de polietileno reciclado.

Valderrama, (2007), no habla sobre que la muestra representa una porción de la población en la región de estudio, seleccionada de manera gradual y coherente. Se examina el ejemplo como parte de un conjunto de individuos o elementos cuidadosamente escogidos, con el propósito de obtener una comprensión global y lógica para alcanzar un objetivo razonable. (p.164). por consiguiente, hemos considerado como nuestra muestra para nuestra investigación un metro cubico de concreto para un diseño de mezcla  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , la cual será clasificada en 36 probetas de concreto para medir la resistencia a la compresión, 36 vigas para el ensayo de resistencia a la flexión y para el ensayo de trabajabilidad hemos considerado 4 cono de Abrams.

El muestreo es un método de recolección de datos que implica la elección de una sección representativa de una población o conjunto más amplio, con el propósito de inferir conclusiones o caracterizar la población en su totalidad Creswell, J. W., Creswell, J. D. (2017). Por otra parte, Tamayo (2004, p. 178) sostiene que el enfoque de muestreo no probabilístico implica que las unidades de muestra son seleccionadas en la conveniencia del investigador. En otras palabras, los diseños empleados en este estudio son escogidos debido a su disponibilidad fácil, sin que la selección se haya llevado a cabo siguiendo criterios estadísticos. Por lo tanto, nuestro muestreo en nuestra tesis es de tipo no probabilístico, ya que los autores proponemos nuestras dosis de tereftalato de polietileno reciclado. Por inclusión evaluaremos muestras de concreto incorporando tereftalato de polietileno reciclado mediante 3 sustituciones parciales de 5%, 7% y 10% por el volumen de arena de la región Piura, de tal forma

que, se evalúen a los 7; 14 y 28 días, por consiguiente al considerar esas sustituciones de PET y los días de roturas, la norma NTP 339.34 nos dice que para un espécimen con las dimensiones de 100mm de diámetro y 200mm de altura, se recomienda la toma de al menos 3 muestras por cada diseño, siendo un total de 36 probetas de concreto para el ensayo de resistencia a la compresión, 36 vigas para la resistencia a la flexión, guiándonos de la normativa NTP 339.078, y para el ensayo de trabajabilidad del concreto hemos considera 4 cono de Abrams.

La unidad de análisis es el elemento individual o entidad que estudiara y analizara en un proyecto de investigación. Es la entidad básica que forma parte de la muestra o población en la que se centra el estudio. La elección de la unidad de análisis depende de los objetivos de la investigación y del tipo de datos que se desean recopilar y analizar. Puede ser una persona, un objeto, una organización, un evento, una variable o cualquier otro elemento relevante para la investigación, Babbie, E. R. (2016). Nuestra unidad de análisis para nuestro proyecto de investigación tiene como medida, en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>).

La técnica que hemos utilizado es el análisis de datos y nuestro instrumento son la lista de cotejos, según Bryman y Bell (2015), “nos habla sobre las técnicas e instrumentos de recolección de datos, son métodos y herramientas usados en la investigación para reunir información de manera sistemática y efectiva”. Estas técnicas e instrumentos son esenciales para obtener datos relevantes y confiables en diversos campos de estudio. En esta tesis se obtendrán los datos de forma directa en el laboratorio, donde realizaremos los experimentos. Posteriormente, se registrarán digitalizarán los resultados en formatos de Excel, siguiendo las pautas establecidas en la normativa correspondiente para cada prueba realizada. Los instrumentos por utilizar serán: Guías para observación resumen. Formatos para laboratorio.

En esta tesis, se llevarán a cabo los ensayos en laboratorio. En dicho laboratorio, se recopilarán los datos mediante la creación de tablas de análisis, lo que posibilitara la organización y representación de los resultados con el fin de evaluar la incidencia de la inclusión del tereftalato de polietileno reciclado (PET) en las características de un concreto diseñado con una resistencia de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Para cumplir con los objetivos específicos usaremos el análisis documental como técnica, por lo que tendremos fichas técnicas para los ensayos de laboratorio y para el

diseño de mezcla.

Con el objetivo de mantener la integridad del proyecto de investigación, el autor se compromete a cumplir principios éticos, a no modificar los datos ni la información recolectada, para que de esta manera aseguren la originalidad del proyecto de investigación. Respetando el reglamento internacional de la redacción de trabajos de investigación ISO, se respeta los derechos de propiedad intelectual de fuentes electrónicas, libros que serán utilizados para construir teorías que fundamentan el estudio y elementos metodológicos.

Se priorizará que los equipos utilizados para los ensayos se encuentren en óptimas condiciones que tengan certificación de calibración de equipos, con el debido asesoramiento de personal calificado y autorizado.

### III. RESULTADOS

En esta tesis se evaluó la influencia del tereftalato de polietileno reciclado incorporándolo a un concreto para uso estructural, con las proporciones de 5%, 7% y 10% de PET, en los cuales realizamos los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y evaluación de la trabajabilidad a través del asentamiento (Slump), siendo estos los objetivos de nuestro desarrollo de tesis, para determinar si mejora sus propiedades mecánicas y con ello mejorar nuestros diseños para concreto de uso estructural. Se han recopilado los hallazgos más significativos de los procedimientos en tablas y gráficos, los cuales ofrecen comparaciones entre los diseños de concreto destinados a uso estructural.

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Como primer objetivo tenemos, determinar la resistencia a la compresión del concreto con tereftalato de polietileno reciclado en Piura, 2024.

Se muestra el gráfico de los valores promedios obtenidos en cada muestra con sus respectivas inclusiones de porcentajes PET, en sus edades de roturas correspondientes.

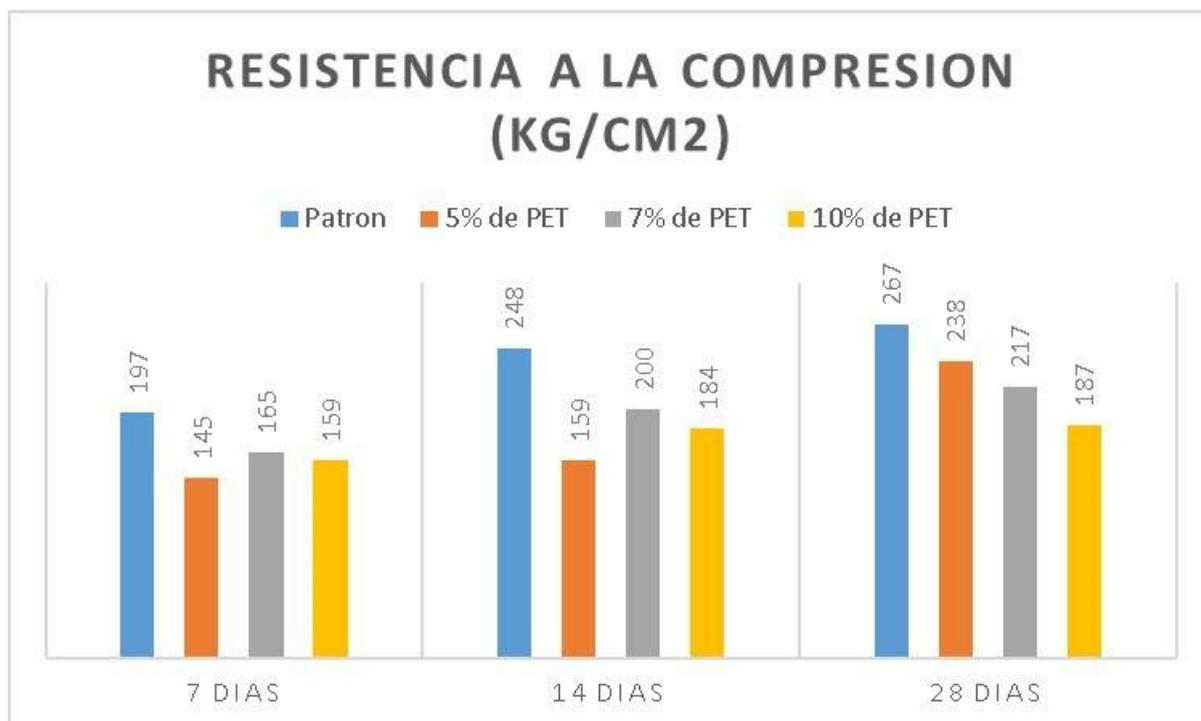
Tabla 1

Resultado promedios del ensayo de resistencia a la compresión.

Días	Patrón	5% de PET	7% de PET	10% de PET
7 Días	197	145	165	159
14 Días	248	159	200	184
28 Días	267	238	217	187

Nota: los resultados están dados kg/cm<sup>2</sup>

Gráfico N°1: Valores Promedio de Resistencia a la Compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2024

Interpretación:

Se aprecia en el gráfico N°1, los valores promedio obtenidos de las roturas de probetas de los diseños de mezcla  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , a la edad de 7 días la muestra patrón y la probeta con incorporación del 7% de PET son las de valores más altos, siendo  $f'_c=197\text{kg/cm}^2$  y  $f'_c=165\text{kg/cm}^2$  respectivamente. Así mismo a la edad de 14 días de la muestra se mantiene el mismo modelo con la muestra patrón y con la muestra que se le incorporo 7% de PET, siendo las más altas con los valores de  $f'_c=248\text{kg/cm}^2$  y  $f'_c=200\text{kg/cm}^2$  respectivamente. A la edad de 28 días que es cuando el concreto llega a la resistencia deseada, lo cual el diseño de mezcla es  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , observamos que la muestra patrón, las muestra de 5% y 7% superan la resistencia con unos valores del  $f'_c=267\text{kg/cm}^2$ ,  $f'_c=238\text{kg/cm}^2$  y  $f'_c=217\text{kg/cm}^2$  respectivamente, pero la muestra con incorporación del 10% de PET no llega a alcanzar la resistencia requerida llegando a obtener el valor de  $f'_c=187\text{kg/cm}^2$ .

#### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Como segundo objetivo tenemos, determinar la resistencia a la flexión del concreto con inclusiones de PET reciclado en Piura, 2024.

Se muestra el grafico de los valores promedios obtenidos en cada muestra con sus respectivas inclusiones de porcentajes PET, en sus edades de roturas correspondientes.

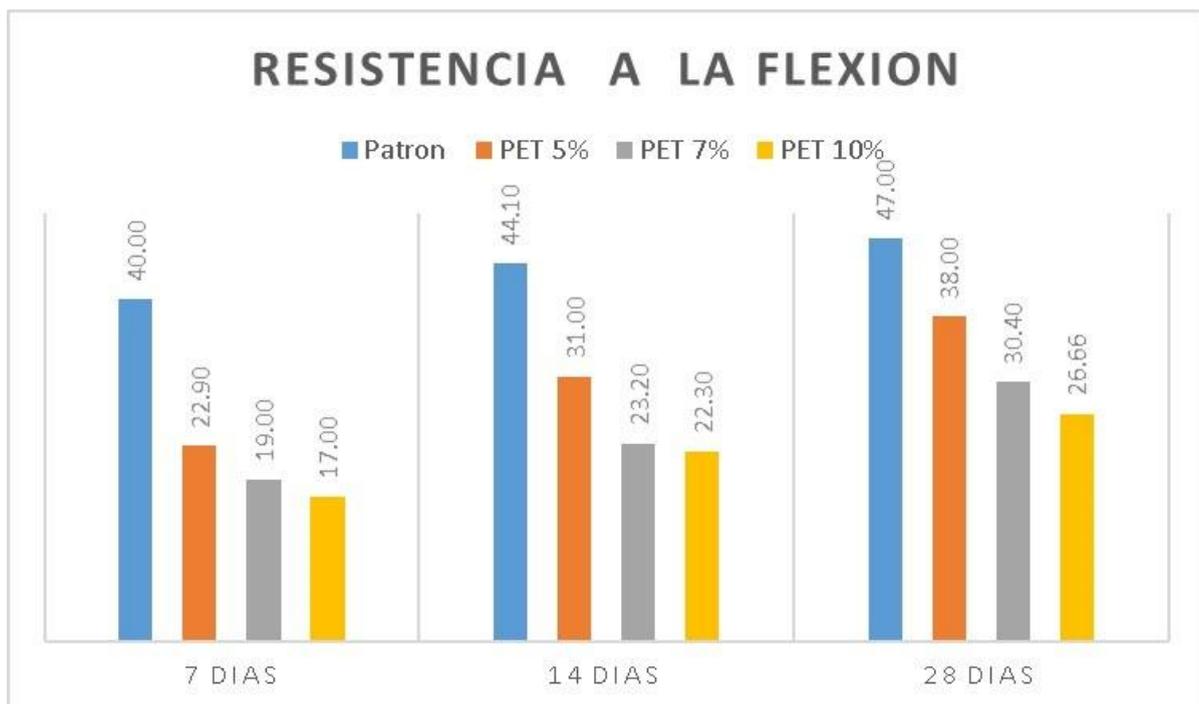
Tabla 2

Resultados promedios del ensayo de resistencia a la flexión.

Días	Patrón	PET 5%	PET 7%	PET 10%
7 Días	40.00	22.90	19.00	17.00
14 Días	44.10	31.00	23.20	22.30
28 Días	47.00	38.00	30.40	26.66

Nota: los resultados están dados en Modulo de rotura (MR)

Gráfico N°2: Valores Promedio de Resistencia a la flexión.



Fuente: Elaboración propia, 2024

Interpretación:

Se aprecia en el grafico N°2, los valores promedios obtenidos de las roturas de vigas de los diseños de mezcla  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , a la edad de 7 días la muestra patrón tiene una buena resistencia a la flexión  $M_r=40.0\text{kg/cm}^2$  casi llegando a la resistencia mínima requerida en la NTP 339.072.2012, la viga con incorporación del 10% de PET es la de menor valor, siendo de  $M_r=17\text{kg/cm}^2$ . Así mismo a la edad de 14 días de la muestra se mantiene el mismo modelo con la muestra patrón y con las muestras que se le incorporo 5%, 7% y 10% de PET, recalando que a más porcentaje de PET

decrece su resistencia a la flexión. A la edad de 28 días que es cuando el concreto llega a la resistencia deseada, lo cual el diseño de mezcla es  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , observamos que la muestra patrón es la única que supera la resistencia con unos valores de  $M_r=47\text{kg/cm}^2$ , pero la muestra con incorporación del 5%, 7% y 10% de PET no llegan a alcanzar la resistencia mínima requerida llegando a obtener el valor de  $M_r=38\text{kg/cm}^2$ ,  $M_r=30.4\text{kg/cm}^2$  y  $M_r=26.6\text{kg/cm}^2$  respectivamente, siendo la resistencia mínima  $M_r=45\text{kg/cm}^2$  según normativa.

### TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO

Como tercer objetivo tenemos, analizar cual es el porcentaje ideal de tereftalato de polietileno reciclado para mejorar la trabajabilidad del concreto en Piura, 2024.

Se muestra el grafico de los valores obtenidos en cada muestra con sus respectivas inclusiones de porcentajes PET, mostrando el asentamiento óptimo.

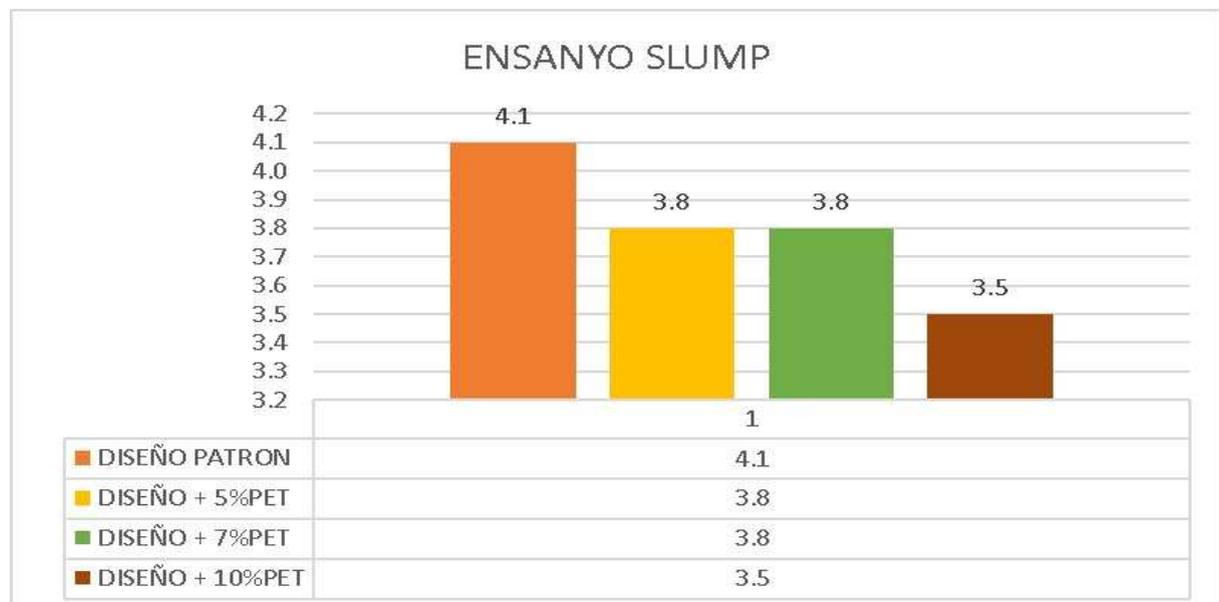
Tabla 3:

#### Resultados de ensayo SLUMP

DISEÑO	SLUMP(PULG)	Asentamiento(mm)	Consistencia
DISEÑO PATRON	4.1	100 - 150	Húmeda
DISEÑO + 5%PET	3.8	50 - 100	Media (plástica)
DISEÑO + 7%PET	3.8	50 - 100	Media (plástica)
DISEÑO + 10%PET	3.5	50 - 100	Media (plástica)

Nota: los resultados están dados en pulgadas.

Gráfico N°3: Valores de asentamiento.



Fuente: Elaboración propia, 2024

### Interpretación:

Se aprecia en el grafico N°3, los valores obtenidos en el ensayo de asentamiento (Slump) para determinar la trabajabilidad optima del concreto, en lo cual destacamos que los 4 ensayos cumplen con los parámetros necesarios para una buena trabajabilidad del concreto, obteniendo en la muestra Patrón un valor de 4.1", en los diseños de incorporación del 5% y 7% de PET obtuvimos una igualdad de valor con un 3.8" y en el diseño con incorporación del 10% de PET obtuvimos un valor de 3.5". por lo que se puede concluir que las tres adiciones de porcentajes de PET reciclado son ideales y optimas para su correcta trabajabilidad del concreto ya que en estas se muestran los valores de 3.8" y 3.5". los cuales tienen un asentamiento (mm) de 50 – 100, estando dentro de los parámetros de una consistencia media (plástica) los tres porcentajes con inclusión de PET reciclado.

#### IV. DISCUSIÓN

Esta tesis se realizó con el fin de alcanzar nuestro objetivo general de determinar las propiedades mecánicas para uso estructural de un concreto con tereftalato de polietileno (PET) reciclado en Piura en 2024, en el cual definimos los siguientes objetivos específicos:

El primero objetivo fue determinar la resistencia a la compresión del concreto con PET reciclado en Piura en 2024.

En el cual encontramos en nuestros resultados de resistencia a la compresión a los 28 días, obtuvimos una resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup> con un diseño de concreto que incluía un 5% de PET, siendo este el valor más alto obtenido, por otra parte, para los diseños de concreto con incorporación del 7% y 10% de PET, Los valores de resistencia a la compresión son de 217 kg/cm<sup>2</sup> y 187 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Estos resultados sugieren que conforme aumenta el porcentaje de PET en la mezcla, es probable que la resistencia a la compresión disminuya, indicando una potencial relación inversa entre estos parámetros. Por lo que concordamos con Acevedo y Posada (2019) el cual indica en su investigación “Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto” que sostienen, conforme aumenta el porcentaje de sustitución de arena, se observa una tendencia al decrecimiento de la resistencia, aunque esta reducción no alcanzó niveles significativamente altos. Se observa que, a los 28 días, para una sustitución del 5% con tereftalato de polietileno (PET), se registra una disminución mínima en la resistencia (3,7%). Para niveles de sustitución del 10% y 15%, la reducción es más pronunciada y similar en ambos casos (12,4% y 14,0%, respectivamente). Finalmente, para una sustitución del 20%, la disminución en la resistencia es ligeramente mayor que en los casos anteriores (17,4%), marcando la mayor reducción en la resistencia observada. Es importante destacar que todas las resistencias a los 28 días superan los 210 Kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la resistencia a la compresión, se observó una disminución gradual conforme se incrementaba la sustitución del agregado fino por PET, con reducciones del 4%, 12%, 14% y 17% para sustituciones del 5%, 10%, 15% y 20% del peso de la arena, respectivamente. Es relevante señalar que los valores de resistencia a la compresión obtenidos en las mezclas con PET son significativos, superando el umbral mínimo requerido.

Esta tendencia es consistente con lo encontrado en la literatura científica, donde se

ha observado que la inclusión de materiales reciclados como el PET en el concreto puede afectar negativamente su resistencia a la compresión.

Con este resultado se subrayan la importancia de determinar el porcentaje óptimo de PET que puede incluirse en la mezcla sin comprometer significativamente la integridad estructural del concreto. La resistencia de 238 kg/cm<sup>2</sup> con un 5% de PET sugiere que, en pequeñas cantidades, el PET puede ser incorporado sin causar una disminución de sus propiedades de resistencia a la compresión que sea considerable. Sin embargo, a mayores porcentajes, la estructura del concreto se debilita, lo cual limita su uso en aplicaciones que requieren altas resistencias. Coincidimos con la investigación de Cueva y Palacios (2020), “Diseño de concreto para elementos no estructurales utilizando fibras de plástico PET, en la ciudad de Piura” en la que concluyen que la resistencia a la compresión del concreto de referencia disminuye en presencia de PET, aunque en algunos casos esta disminución puede ser manejable dentro de parámetros aceptables para aplicaciones estructurales. Por ejemplo, estos autores encontraron que para reemplazos del 5%, 10%, 15% y 20% de arena por PET, la resistencia a la compresión disminuyó en un 4%, 12%, 14% y 17% respectivamente. Estos valores indican que, aunque la inclusión de PET afecta la resistencia, el material resultante todavía puede cumplir con los referentes mínimos requeridos para concreto estructural, que generalmente es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

También compartimos con Rodríguez y Villareal (2020), que en su tesis “Efecto de las Partículas de Tereftalato de Polietileno Reciclado en la Resistencia a la Compresión y Desgaste de Adoquines de Concreto”, se demostró que al agregar un 3% de PET reciclado, la resistencia a la compresión a los 28 días se incrementó en un 10.67%. Este hallazgo sugiere que, en ciertos porcentajes y condiciones, el PET puede no solo mantener, sino también mejorar la resistencia a la compresión del concreto. Por lo que nosotros afirmamos que un bajo porcentaje de PET ayuda a la resistencia a la compresión, ya que nosotros al aplicar un porcentaje del 5% y 7% de PET, nuestra resistencia a los 28 días se incrementó en un 13.3% y un 3.3% respectivamente, por lo que, si se vio una mejora en la resistencia, pero con porcentajes bajos de PET, de caso contrario al incrementar el porcentaje la resistencia tendería a bajar

considerablemente. Otro dato que respalda los resultados que obtuvimos, es lo que establece Chinchillas, Alvarado, Orozco y Pellegrini (2020) en su trabajo “Una nueva aplicación de nanofibras compuestas de PET/PAN reciclado a materiales a base de cemento”, encontró, que a comparación de la mezcla de referencia (M-0), las mezclas con 0,05, 0,1 y 0,2% de contenido de nanofibras RPET/PAN mostraron una progresión en la resistencia a la compresión de 23,3, 26,1 y 12,7%.

El segundo objetivo fue determinar la resistencia a la flexión del concreto con inclusiones de PET reciclado en Piura, 2024.

En los ensayos de resistencia a la flexión a los 28 días, se observó que el diseño con mayor resistencia a la flexión fue aquel que contenía un 10% de PET en el concreto, alcanzando una resistencia de 37.97 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, este valor no superó la resistencia de la muestra mínima requerida, que es de 45kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que al incorporarle porcentajes de PET reciclado puede comprometer severamente la resistencia a la flexión del concreto, no logrando mejorarla. Este acierto es coherente con lo reportado por Cueva y Palacios (2020), quienes también encontraron que la inclusión de PET en el concreto no mejoró las propiedades de resistencia a la flexión y tracción, decrecen respecto a los valores conseguidos por el concreto patrón. Es importante destacar que la reducción en la resistencia a la flexión puede estar relacionada con la interacción entre las partículas de PET y la matriz de concreto, donde el PET no proporciona una adhesión suficiente para contribuir positivamente a las propiedades de resistencia a la flexión.

Por otro lado, Chinchillas, Alvarado, Orozco y Pellegrini (2020) en su tesis “Una nueva aplicación de nanofibras compuestas de PET/PAN reciclado a materiales a base de cemento.” presento resultados que contradicen parcialmente estos hallazgos. Su trabajo utilizó un nuevo tipo de nanofibras compuestas fabricadas con PET reciclado y poliacrilonitrilo (RPET/PAN) en materiales a base de concreto. Este compuesto se añadió a materiales cementosos para mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad. Entre los resultados importantes, el material mostró un aumento en su capacidad de resistir la flexión y una disminución de la contracción por secado de hasta 26.1%, 89.1% y 93.1% en comparación con un mortero de referencia, respectivamente. Este contraste sugiere que el tipo de PET y la forma en que se incorpora al concreto juegan un papel crucial en los resultados que podemos obtener. Creemos que los resultados obtenidos en nuestra tesis difieren con los de la tesis

“Una nueva aplicación de nanofibras compuestas de PET/PAN reciclado a materiales a base de cemento.”, porque en ella al concreto no solo le agregan porcentajes de PET, si no es un compuesto de (RPET/PAN) lo cual al compararlo con nuestros resultados tendrían un mejor impacto al incorporarlo al concreto y someterlo al ensayo de resistencia a la flexión arrojándonos resultados favorables, lo cual en nuestro caso al solo ser PET reciclado incorporado al concreto no cumple con los estándares mínimos de resistencia a la flexión dictaminados en la Norma NTP 339.079.2012.

El último objetivo fue analizar cuál es el porcentaje ideal de tereftalato de polietileno para mejorar la trabajabilidad del concreto en Piura, 2024.

En nuestros resultados se observó que la trabajabilidad del concreto se mantuvo dentro del rango de 2 a 4 pulgadas (50mm - 150 mm) para todas las mezclas que incluían PET reciclado. Específicamente, se alcanzaron valores de SLUMP de 3.8”, 3.8” y 3.5” para los diseños de mezcla con 5%, 7% y 10% de PET respectivamente, mientras que la muestra patrón tuvo un SLUMP de 4.1”, también se puede notar que las temperaturas en el concreto durante los ensayos se encontraron en un intervalo de entre los 28.7 °C a 30.1 °C, siendo esos los resultados del asentamiento del concreto, en lo que nuestro diseño de concreto tendría esa trabajabilidad a la hora del vaciado del mismo. Estos resultados pueden ser apoyados por el trabajo de Acevedo y Posada (2019), en su tesis “Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto”, donde los resultados adquiridos indicaron un desempeño satisfactorio en las mezclas que incorporaron PET en cuanto a su manipulación, ya que no se contempló una variación significativa en la que se estableció un valor de asentamiento de  $75 \pm 25$  mm para la mezcla de referencia, el cual se obtuvo al sustituir el agregado fino por PET, manteniendo así la distribución granulométrica de la arena. Se tuvo especial consideración en el vínculo de densidades entre el PET y el agregado fino, asegurando que el PET ocupara el volumen equivalente al de la arena sustituida. Además, según lo concluido por Bedregal y Meneses (2022), “Influencia del polietileno tereftalato reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido, Puno – 2022”, la trabajabilidad del concreto con la incorporación de PET reciclado es satisfactoria. En sus ensayos, el concreto con PET reciclado presentó un slump entre 3 y 4 pulgadas, cumpliendo con la normativa ACI 211.

Adicionalmente, los resultados de Cueva y Palacios (2020), “Diseño de concreto para

elementos no estructurales utilizando fibras de plástico PET, en la ciudad de Piura”, también respaldan estos hallazgos. Ellos concluyeron El incremento en los niveles de fibras PET puede influir en las propiedades físicas del concreto en estado fresco. En su investigación, notaron una reducción en el asentamiento a 3.75”, 3.5” y 3” para los porcentajes de 0.2%, 0.5% y 0.8%, respectivamente, en contraste con el asentamiento del concreto estándar de 4”. Coincidimos con lo anteriormente expuesto por Cueva y Palacios (2020), ya que nuestros resultados de trabajabilidad medidos a través del asentamiento (Slump) a más porcentaje de PET más consistente se vuelve la mezcla de concreto, teniendo primeramente en nuestra muestra patrón un rango de 100 mm – 150 mm dando una consistencia húmeda y al incorporarle PET pasamos a obtener valores que están en el rango de 50 mm – 100 mm teniendo una consistencia de media (plástica).

Por último, tuvimos lo expuesto por Meena y Ramana (2022), “Evaluación de las propiedades mecánicas y trabajabilidad del hormigón reforzado con fibras de tereftalato de polietileno”, Agregar PET al concreto redujo significativamente su trabajabilidad. Sin embargo, las mezclas utilizadas todavía eran viables. La caída se redujo en un 5,5 por ciento con una tasa de reemplazo del 2,5% de PET. En semejanza con la mezcla de referencia, la caída se redujo en un 28% con una proporción del 10% y un 39% con una proporción del 15%. Compartimos criterios con Meena y Ramana (2022), ya que hemos notado que al incorporar PET su trabajabilidad del concreto se ve afectada para los diseños de mezcla que requieran una consistencia húmeda, muy húmeda y súper fluida, pero sin embargo se encuentra dentro de los parámetros permitidos y óptimos para muchas de otras consistencias como lo podrían ser la Media (plástica), semiseca, seca y muy seca, cumpliendo con lo estipulado en la NTP 339.035.1999.

Se observó que a medida que aumentaba el porcentaje de plástico reciclado (PET) en el concreto, las características físicas y mecánicas tendían a disminuir en comparación con el patrón concreto. Sin embargo, los resultados aún cumplirían con los requisitos de resistencia especificados en el diseño de la mezcla.

## V. CONCLUSIONES

Correspondiente a nuestro primer objetivo específico, la resistencia a la compresión en los diseños de mezcla con 5% y 7% de PET superaron la resistencia requerida que es de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ , obteniendo valores de  $f'c=238\text{Kg/cm}^2$  y  $f'c=217\text{Kg/cm}^2$  respectivamente, a diferencia de la mezcla con 10% de PET la cual tuvo una resistencia de  $f'c=187\text{ Kg/cm}^2$ . Estos resultados sugieren que la adición de PET en concentraciones del 5% y 7% pueden trabajar sin problema con el diseño establecido de resistencia a la compresión del concreto, mientras que un 10% de PET puede no tener el mismo efecto positivo en este aspecto. En resumen, la inclusión de PET reciclado en el concreto ofrece una alternativa viable y sostenible, siempre y cuando se controle cuidadosamente el porcentaje de inclusión para equilibrar las propiedades mecánicas y la trabajabilidad del material.

Respecto a nuestro segundo objetivo específico, la resistencia a la flexión del concreto incorporando tereftalato de polietileno no aumenta en contraste con un concreto tradicional cuando le añadimos a la mezcla el 5%,7% o 10 % de PET, mientras que la resistencia de la muestra patrón fue de  $Mr=47\text{Kg/cm}^2$  a los 28 días, superando el valor mínimo requerido para una resistencia a la flexión que es de un  $Mr=45\text{kg/cm}^2$ . En los diseños de concreto con adición de PET 5%,7% y 10% los valores de resistencia a la flexión fueron de  $Mr=38\text{Kg/cm}^2$ ,  $Mr=30.4\text{Kg/cm}^2$  y  $Mr=26.6\text{Kg/cm}^2$  respectivamente, estando por debajo de los parámetros mínimos dictaminados por la normativa NTP 339.079.2012.

En referencia al tercer objetivo específico, la muestra patrón tuvo un asentamiento de 4.1" y las muestras con las dosificaciones de 5%, 7% y 10% de PET se obtuvo 3,8",3,8" y 3.5" respectivamente, concluimos que mientras más PET se le añadía, el SLUMP (asentamiento) disminuye. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar PET en el concreto sin comprometer significativamente su trabajabilidad, lo que sugiere que la adición de PET puede ser una opción favorable en la industria de la construcción.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se sugiere que futuras investigaciones sobre la incorporación de tereftalato de polietileno (PET) reciclado en concreto para uso estructural se centren en una dosificación que no supere el 7%. Este límite se establece en función de estudios anteriores que indican que concentraciones más elevadas podrían impactar negativamente las propiedades mecánicas del concreto.

Se recomienda considerar la adición de pequeñas cantidades de tereftalato de polietileno reciclado en el diseño de la mezcla del concreto, con el fin de aumentar la resistencia a la compresión.

Teniendo en cuenta que las muestras no presentan un gran cambio en asentamiento, se puede trabajar sin ningún problema con esas dosificaciones, también es necesario verificar la consistencia que se quiera obtener.

Explorar formas de optimizar la mezcla con PET para maximizar la sostenibilidad y el rendimiento del concreto.

Se sugiere seguir investigando y monitoreando el comportamiento del concreto con adición de PET en diferentes condiciones y aplicaciones para ampliar el conocimiento sobre su desempeño y posibles beneficios en la industria de la construcción.

Se recomienda una correcta trituración del material PET reciclado en partículas que no sean mayores a 10mm para que este tenga una correcta adherencia y uniformidad con los demás materiales a utilizar para la elaboración del concreto.

## REFERENCIAS

ASTM International. (2020). ASTM C39/C39M-20: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Abeyasinghe, S., Gunasekara, C., Bandara, C., Nguyen, K., Dissanayake, R. y Mendis, P. (2021) Engineering Performance of Concrete Incorporated with Recycled High-Density Polyethylene (HDPE)—A Systematic Review.. *Polímeros*, 13 (11), 1885.

DOI: <https://www.mdpi.com/2073-4360/13/11/1885>.

Abu-Saleem, M., Zhuge, Y., Hassanli, R., Ellis, M., Rahman, M. y Levett, P. (2021). Evaluation of concrete performance with different types of recycled plastic waste for kerb application . *Materiales de Construcción y Edificación*, 293, 123477.

DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006182101237X>

Abed, J.M.; Khaleel, B.A.; Aldabagh, I.S.; Sor, N.H. The effect of recycled plastic waste polyethylene terephthalate (PET) on characteristics of cement mortar. *J. Phys. Conf. Ser.*; 2021; 1973, 012121. [DOI:<https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1973/1/012121>]

Acevedo, A. B., y Posada, J. E. (2019). Polietileno tereftalato como sustituto parcial do agregado fino em mesclas de concreto. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 18(34), 45-56.

DOI: <https://doi.org/10.22395/rium.v18n34a3>.

Adnan, HM y Dawood, AO (2020) Strength behavior of reinforced concrete beam using re-cycle of PET wastes as synthetic fibers.. *Estudios de casos en materiales de construcción*, 13, e00367.

DOI:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520300395>.

Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics.

Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 1977-1984. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304>

Afgan, S., Ullah, N., Sulaiman, M., Ali, I., Iqbal, T., Younas, M. y Rezakazemi, M. (2022). High strength insulating polymeric composite based on recycled/virgin polyethylene terephthalate (PET) reinforced with hydrous magnesium silicate (talc). *Revista de Investigación y Tecnología de Materiales*, 21, 3579-3593.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.10.126>

Akkouri, N., Bourzik, O., Baba, K., Khadija, B. y Nounah, A. (2022). Experimental study of the thermal and mechanical properties of concrete incorporating recycled polyethylene . *Materiales hoy: Actas*, 58, 1525-1529.

DOI:10.1016/j.matpr.2022.03.293

Ali, K., Qureshi, MI, Saleem, S. y Khan, SU (2021).. Influence of Recycled Plastic Incorporation as Coarse Aggregates on Concrete Properties *Materiales de Construcción y Edificación*, 285, 122952.

DOI:10.3390/su15075937

Awoyera, PO, Olalusi, OB e Iweriebo, N. (2021). Physical, strength, and microscale properties of plastic fiber-reinforced concrete containing fine ceramics particles. *Materialia* 15., 100970.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2020.100970>

Ayub, T., Khan, SU y Mahmood, W. (2022). Mechanical Properties of Self-Compacting Rubberised Concrete (SCRC) Containing Polyethylene Terephthalate (PET) Fibres. *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Civil Engineering*, 46(2), 1073–1085. doi:10.1007/s40996-020-00568-6.

Babafemi, AJ, Sirba, N., Paul, SC y Miah, MJ (2022). Mechanical and Durability Assessment of Recycled Waste Plastic (Resin8 & PET) Eco-Aggregate Concrete. *Sostenibilidad*, 14 (9), 5725. <https://doi.org/10.3390/su14095725>.

Babbie, E.R. (2016) *The Practice of Social Research*. 14th Edition, Cengage Learning, Belmont.

Bamigboye, G.O., Ngene, B.U., Ademola, D., Jolayemi, J.K. (2019). Experimental study on the use of waste polyethylene terephthalate (PET) and river sand in roof tile production. In: *J. Phys. Conf.*,1378. IOP Publishing, 042105. <https://doi:10.1088/1742-6596/1378/4/042105>.

Basha, SI, Ali, MR, Al-Dulaijan, SU y Maslehuddin, M. (2020). Mechanical and thermal properties of lightweight recycled plastic aggregate concrete *Journal of Building Engineering* 32,Nov., 101710.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101710>.

Blanco, YD, Campos, ECM, Valdés, CIR, & Chavarín, JU (2019). Effect of recycled PET (Polyethylene Terephthalate) on the electrochemical properties of rebar in concrete. *Int J Civ Eng* 18:487–500. DOI:<https://doi.org/10.1007/s40999->

Bryman, A. and Bell, E. (2015) *Business Research Methods*. Oxford University Press, Oxford. *Journal of Biosciences and Medicines*, Vol.7 No.6.

Bedregal, JL. y Meneses, D. (2022). Influencia del polietileno tereftalato reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido, Puno – 2022.DOI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104420>

Campbell DT, Stanley JC (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Rand McNally & Company.

Coronel, O., & Dueñas, J. (2020). Evaluación de las propiedades de Ladrillo de concreto con la sustitución parcial de la arena por plástico reciclado PET. [Tesis de titulación, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV. DOI:[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59834/Coronel\\_COJ-Due%C3%B1as\\_AJE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59834/Coronel_COJ-Due%C3%B1as_AJE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cueva, R., Gutierrez, L.I. y Palacio, L.I., (2020). Diseño de concreto para elementos no estructurales utilizando fibras de plástico PET, en la ciudad de Piura. DOI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52174>

Culcas, E., & Yrigoin, S. J. y De la Cruz, S. (2021). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural adicionando polietileno de alta densidad, La Victoria, Chiclayo, Lambayeque. DOI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92635>

Cooper, D.R. and Schindler, P.S. (2014) Business Research Methods. 12th Edition, McGraw Hill International Edition, New York.

Chinchillas, M. J., Gaxiola, A., Alvarado-, C. G., Orozco, V. M., Pellegrini-, M. J., Rodríguez, M., & Castro, A. (2020). A new application of recycled-PET/PAN composite nanofibers to cement-based materials. Journal of Cleaner Production, 252, 119827. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119827>

Creswell. J.W. and Creswell, J.D. (2017) Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 4th Edition, Sage, Newbury Park.

Ferreira, J.W.; Dos, S.; Marroquin, J.F.R.; Felix, J.F.; Farias, M.M.; Casagrande, M.D.T. The Feasibility of Recycled Micro Polyethylene Terephthalate (PET) Replacing Natural Sand in Hot-Mix Asphalt. Constr. Build. Mater. 2022, 330, 127276. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127276>

Da Silva, TR, de Azevedo, ARG, Cecchin, D., Marvila, MT, Amran, M., Fediuk, R. & Szelag, M. (2021). Application of Plastic Wastes in Construction Materials: A Review Using the Concept of Life-Cycle Assessment in the Context of Recent Research for Future Perspectives, 14 (13), 3549. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14133549>.

De Luna, AM y Shaikh, FUA (2020). Anisotropía y comportamiento de unión de fibra de tereftalato de polietileno (PET) reciclada como refuerzo de hormigón. Materiales

de Construcción y Edificación, 265, 120331.

<https://sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820323369>

Esfandabad, AS, Motevalizadeh, SM, Sedghi, R., Ayar, P. y Asgharzadeh, SM (2020). Fractura y propiedades mecánicas de mezclas asfálticas que contienen tereftalato de polietileno (PET) granular. *Materiales de Construcción y Edificación*, 259, 120410.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820324156>.

Espinoza, E. y Peña, V. (2022). Uso del plástico PET en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques, del distrito de Castilla, Piura 2022. DOI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/115991>

Faraj, RH, Ali, HFH, Sherwani, AFH, Hassan, BR y Karim, H. (2020). Uso de plástico reciclado en hormigón autocompactante: una revisión exhaustiva sobre las propiedades mecánicas y en estado fresco. *Revista de Ingeniería de la Construcción*, 30, 101283.

Gordillo, C. (2020) Evaluación de la resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con aplicación de tereftalato de polietileno, Moyobamba, 2020.

Ghabchi, R., Dharmarathna, CP y Mihandoust, M. (2021). Viabilidad del uso de tereftalato de polietileno (PET) reciclado micronizado como aditivo ligante asfáltico: un estudio de laboratorio. *Materiales de Construcción y Edificación*, 292, 123377.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821011375>.

Hacini, M., Benosman, AS, Tani, NK, Mouli, M., Senhadji, Y., Badache, A. y Latroch, N. (2021). Utilización y valoración de flejes de tereftalato de polietileno reciclado como áridos ligeros en morteros compuestos ecoeficientes. *Materiales de Construcción y Edificación*, 270, 121427.

Haque, MR, Mostafa, MS y Sah, SK (2021). Evaluación del desempeño del comportamiento mecánico del concreto incorporando fibras de botellas de plástico recicladas como materiales disponibles localmente. *Revista de Ingeniería Civil*, 7 (4), 713-719.

HAN, Qiang y cols. Comportamiento a la compresión del hormigón con agregados reciclados confinados con compuestos de naftalato/tereftalato de polietileno reciclados. *Materiales de Construcción y Construcción*, 2020, vol. 261, pág. 120498.

Hernandez, R. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* 6° Edición. McGrawHill Education ISBN: 978-1-4562-2396-0.

Hasan-Ghasemi, A. y Nematzadeh, M. (2021). Comportamiento a tracción y compresión de hormigones autocompactantes que incorporan PET como sustitución de áridos finos tras exposición térmica: Experimentos y modelización. *Materiales de Construcción y Edificación*, 289, 123067.

Hou, S., Che, Y., Lu, N., Huang, Y., Hou, G., Gao, Y. y Liang, C. (2023). Utilización sostenible de polvo reciclado híbrido y fibra de tereftalato de polietileno reciclada en mortero: resistencia, durabilidad y microestructura. *Revista de Ingeniería de la Construcción*, 63, 105541.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2020). NTP 339.185: Concreto. Método de ensayo para la resistencia a la compresión de cilindros de concreto. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2020). NTP 339.088: Concreto. Métodos de ensayo. Toma de muestras de concreto fresco. Lima, Perú.

Kamide, K., & Ando, I. (2000). *Polymer Data Handbook*. Oxford University Press. ISBN: 978-0195107890.

Kangavar, ME, Lokuge, W., Manalo, A., Karunasena, W. y Frigione, M. (2022). Investigación sobre las propiedades del hormigón con gránulos de tereftalato de polietileno (PET) reciclado como sustitución de áridos finos. Estudios de casos en materiales de construcción, 16, e00934.

Kerlinger, F. y H. Lee (2002). Investigación del comportamiento.  
México: McGraw Hill/ Interamericana.

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., y Tanesi, J. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Portland Cement Association

Martinez-Barrera, G., Avila-Cordoba, L., Urena-Nunez, F., Martínez, MA, Álvarez-Rabanal, FP, & Gencel, O. (2021). Residuos de escamas de tereftalato de polietileno modificados por rayos gamma y su uso como árido en hormigón. Materiales de Construcción y Edificación, 268, 121057.

Meena, A. y Ramana, P.V. (2022). Mathematical model valuation for recycled material mechanical strengths. Materialstoday: Actas, vol 60, p 753-759.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.471>

Mindess, S., Young, J. F., and Darwin, D. (2003). Concrete. 2nd Ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Lima, Perú.

Mohammed, AA y Rahim, AAF (2020). Comportamiento experimental y análisis de vigas de hormigón de alta resistencia reforzadas con fibra de desecho de PET. Materiales de Construcción y Edificación, 244, 118350.

Nadimalla, A., Masjuki, SAB, Saad, AB, Ismail, KM y Ali, MB (2019). Las botellas de tereftalato de polietileno (PET) se desechan como agregado fino en el concreto. En t.

J. Innov. Tecnología. Explorar. Ing, 8, 10-35940.

Nasir, NHM, Usman, F. y Saggaf, A. (2022). Desarrollo de material compuesto a partir de tereftalato de polietileno reciclado y cenizas volantes: revisión del progreso de cuatro décadas. Investigación actual en química verde y sostenible, 5, 100280.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666086522000224>.

Neville A.: "Tecnología del Concreto", 1ª edición. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., México, D.F., 1999.AND

Neville, AM y Brooks, JJ (2010) Tecnología del hormigón. 2.ª edición, Pearson Education Ltd., Londres

Nikbin, IM y Ahmadi, H. (2020). Comportamiento de fractura del hormigón que contiene neumáticos de desecho y tereftalato de polietileno de desecho: un diseño de fractura sostenible. Materiales de Construcción y Edificación, 261, 119960.

Lazorenko, G., Kasprzhitskii, A. y Fini, EH (2022). Plástico residual de tereftalato de polietileno (PET) como reemplazo de agregados naturales en la producción de mortero geopolímero. Revista de Producción Más Limpia, 375, 134083.

Park, JK y Kim, MO (2020). Propiedades mecánicas de materiales a base de cemento con plástico reciclado: una revisión. Sostenibilidad, 12 (21), 9060.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/9060>.

Rahman, MJ, Setiawan, A. e Ihsan, M. (2020). Examinando el tereftalato de polietileno (PET) como agregados gruesos artificiales en el hormigón. Revista de Ingeniería Civil, 6(12).

<https://pdfs.semanticscholar.org/4e05/7d314e9797085746b34eebde150a1216f9cb.pdf>.

Rodriguez,A. y Villareal,D. (2020). Efecto de las partículas de tereftalato de polietileno reciclado en la resistencia a la compresión y desgaste de adoquines de concreto **doi:** <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47210>.

Sandoval, J. y Guzmán, R. (2019). Propuesta de elaboración y diseño de bloques de concreto simple y PET reciclado para muros de mampostería en la ciudad de Piura.DOI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53474>.

Sainz-Aja, JA, Sánchez, M., González, L., Tamayo, P., García del Ángel, G., Aghajanian, A., ... & Thomas, C. (2022). Fibras de polietileno reciclado para hormigón estructural. *Ciencias Aplicadas*, 12 (6), 2867.

Saxena, R., Gupta, T., Sharma, RK, Chaudhary, S. y Jain, A. (2020). Evaluación de propiedades mecánicas y de durabilidad de hormigones que contienen residuos de PET. *Scientia Iranica*, 27 (1), 1-9.

[https://scintiairanica.sharif.edu/article\\_20334.html](https://scintiairanica.sharif.edu/article_20334.html).

Shamsudin, MMH, Hamid, NH y Fauzi, MM (2021). Resistencia a la compresión y flexión del hormigón que contiene tereftalato de polietileno (PET) reciclado. *Materiales clave de ingeniería*, 879, 13-21.

*Siddique, R., Khatib, J., & Kaur, I. (2008). Use of recycled plastic in concrete: A review. Waste. Management*, 28, 1835-1852. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.09.011>

Silveira, MR, Lodi, PC, Correia, NDS, Rodrigues, RA y Giacheti, HL (2020). Efecto de las tiras de tereftalato de polietileno reciclado sobre las propiedades mecánicas de suelos arenosos lateríticos tratados con cemento. *Sostenibilidad*, 12 (23), 9801.

Suhaimi, NAS, Muhamad, F., Abd Razak, NA y Zeimaran, E. (2022). Reciclaje de

desechos de tereftalato de polietileno: una revisión de tecnologías, rutas y aplicaciones. Ingeniería y ciencia de polímeros, 62 (8), 2355-2375.

Tahir, F., Sbahieh, S. y Al-Ghamdi, SG (2022). Impactos ambientales del uso de plásticos reciclados en el hormigón. Materiales hoy: Actas, 62, 4013-4017.

Tamayo y Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica. Ciudad de México: LIMUSA S.A.

Valdivieso Gutierrez, D. H. (2022). Propiedades físicas y mecánicas del concreto F' C= 210KG/CM2 con adición de tereftalato de polietileno triturado para viviendas, Ica-2021.

## Anexo 1: Matriz de operacionalización

"Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un concreto para uso Estructural Incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024"					
Variabes del estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VI: Tereftalato de polietileno	El tereftalato de polietileno, comúnmente conocido como PET, es un polímero termoplástico que se obtiene a través de la policondensación de dos monómeros, el ácido tereftálico y el etilenglicol. Se caracteriza por su alta transparencia, resistencia mecánica, rigidez y su capacidad de ser moldeado en diversas formas. Es ampliamente utilizado en la industria de envases, particularmente para botellas de plástico, así como en la fabricación de fibras textiles. (Kamide y Ando, 2000)	Se llevará a cabo la evaluación de la trabajabilidad del tereftalato de polietileno reciclado y su impacto en las propiedades mecánicas del concreto mediante la realización de tres pruebas específicas. Estas pruebas incluirán la medición de la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y asentamiento (Slump).	Porcentaje de tereftalato de polietileno (5%; 7% y 10%)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
				Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	
				Slump (pulgadas)	
VD: Propiedades mecánicas del concreto para uso estructural	Las propiedades mecánicas del concreto para uso estructural se refieren a las características físicas y mecánicas del concreto que determinan su capacidad para soportar cargas y resistir deformaciones bajo diversas condiciones. Las propiedades mecánicas clave del concreto incluyen la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, la densidad, la elasticidad, la durabilidad y la capacidad de absorción de agua, entre otras. (Neville y Brooks, 2010)	Las muestras que vamos a preparar se someterán a tres pruebas diferentes y en cada una de ellas, las muestras llevan proporciones diferentes de tereftalato de polietileno reciclado además del concreto estándar.	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
			Resistencia a la flexión	Ensayo de resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
			Trabajabilidad del concreto	Ensayo de la trabajabilidad por cono de Abrams (pulgadas)	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

GEOMECH / REGISTRO PROBETA N°01-09042022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE**

TESISTA	:	
TESIS	:	
UBICACIÓN	:	
MUESTRA	:	
PROCEDENCIA	:	
FECHA	:	

**CERTIFICA**

Que se ha realizado la Rotura de las siguientes Probetas de concreto, con resultados los cuales se detallan:

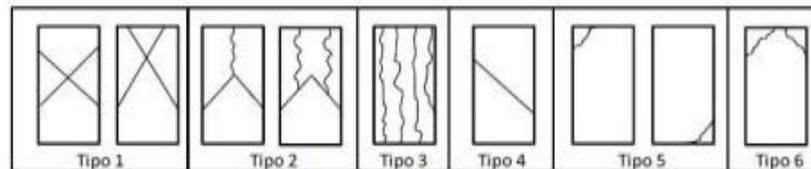
RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE												
N° PROBETA	ELEMENTO / DESCRIPCION	FECHA		EDAD EN DIAS	Diámetro	AREA	CARGA APLICADA	CARGA APLICADA	ESFUERZO Kg/cm2	DISEÑO kg/cm2 F'c	CARGA (%)	TIPO DE FALLA
		DE VACIADO	DE ROTURA									
		cm	cm2									
1				0				0.00				
2				0				0.00				
3				0				0.00				

**OBSERVACIONES :**

- Muestras Proporcionadas por el Usuario.
- Presenciaron el Ensayo los Tesistas y Jefe de Laboratorio.

**DATOS DE LA MAQUINA DE ROTURA**

MODELO : STYE-2000  
 CAPACIDAD: 2000 KN  
 CERTIF.CALIBRACION: T 196-2023



Fuente: Elaboración propia, 2024.



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESIS	"Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Terrefalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".
SOLICITA	Marcos Benites   Cristhian Garcia

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)	
												Mr (Kg/cm2)	%		
1															
2															
3															

TÉC. LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	ING. ESPECIALISTA	SUPERVISIÓN
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:

Fuente: Elaboración propia, 2024.

DISEÑO DE MEZCLA	
TESIS	:
REALIZADO POR	:
MUESTRA	:
UBICACIÓN	:
FECHA	:

ESPECIFICACIONES			
A. FINO	:	F'c	:
ESPUMA	:	Cemento	:

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES				
ENSAYOS	CEMENTO	A. FINO (T)	ESPUMA	AGUA (w)
PESO ESPECIFICO (gr/cm <sup>3</sup> )				
RENDIMIENTO DE ESPUMA				
DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )				
HUMEDAD (%)				
ABSORCIÓN (%)				

DOSIFICACION		
MATERIALES	PREVIA (Kg)	CORREGIDA (Kg)
CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )		
AGUA (Kg/m <sup>3</sup> )		
A. FINO (Kg/m <sup>3</sup> )		
ESPUMA (Kg/m <sup>3</sup> )		

CANTIDADES REQUERIDAS PARA UNA TANDA ESPECIFICA		
VOLUMEN DE TANDA	: 0.13	m <sup>3</sup>
MATERIALES	Kg	%
CEMENTO		
AGUA		
A. FINO		
ESPUMA		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

**ASENTAMIENTO DE CONCRETO (SLUMP)**

**PROYECTO:**  
**SOLICITANTE:**  
**RESPONSABLE:**  
**UBICACIÓN:**  
**FECHA:**

MUESTRA	ASENTAMIENTO OBTENIDO		ASENTAMIENTO SEGÚN CONSISTENCIA			
	in	cm	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
CONCRETO PATRON						
CONCRETO +5% RESIDUO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
CONCRETO +10% RESIDUO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						
CONCRETO +15% RESIDUO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO						

Fuente: elaboración propia, 2024.

## Anexo 3: ficha de validación de instrumentos para la obtención de datos



### EVALUACION DE INSTRUMENTO

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Piura, noviembre de 2023.

**CARTA N° 001-2023/MABS-CJGB-UCV**

DE: MARCOS ANDY BENITES SOCOLA  
CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLA  
**Alumnos de la universidad Cesar Vallejo.**

Para:  
**Ing. CRISTHIAN ALEXANDER LEON PANTA – CIP 120588.**

ASUNTO: SOLICITUD DE VALIDACION DE INSTRUMENTO.

REFERENCIA: “Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2023”.

Es grato dirigimos a usted, para expresarle nuestro cordial saludo, en nuestra condición de estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo Sede Piura, le pedimos amablemente su ayuda y disponibilidad para participar en el proceso de validación de un instrumento destinado a una investigación aplicada en el ámbito educativo, en este sentido, se le proporciona el instrumento que será evaluado, así como el formato que le permitirá compartir sus opiniones sobre cada ítem del mismo.

Tanto mi asesor de tesis, el Dr. Ing. Pedro Pablo Prieto Monzón, como nosotros, agradecemos sinceramente su valiosa colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Sin otro particular, reciba mis saludos y bendiciones.

Atentamente.

MARCOS ANDY BENITES SOCOLA

CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLA

-Se anexa INSTRUMENTO.  
-Se anexa FORMATO DE EVALUACION DE INSTRUMENTO.  
-Se anexa CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO.

MABS-CJGB/ucv

e-mail: [mbenitesso@gmail.com](mailto:mbenitesso@gmail.com)

Celular: 958200392

**INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION CIENTIFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: *CRISTHIAN ALEXANDER LEON PANTA*

Instituto donde labora: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*

Especialidad: *INGENIERIA CIVIL*

Instrumento de evaluación: *FICHA DE OBSERVACION*

Autor (s) del instrumento (s): *MARCO ANDY BENITES SOCOLA y CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLA*

**ASPECTOS DE VALIDACION**

SI (1) – NO (0)

CRITERIOS	INDICADORES	SI	NO
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.	X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a las variables.	X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos.	X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variables, dimensiones e indicadores.	X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responde a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.	X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.	X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.	X	
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador.	X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X	
<b>PUNTAJE TOTAL PROMEDIO DE VALORACION</b>		<b>1</b>	<b>0</b>

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

*INSTRUMENTO APLICABLE*

  
 CRISTHIAN ALEXANDER LEON PANTA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 120588

FIRMA DEL EXPERTO

Piura, 07 de junio de 2023

## EVALUACION DE INSTRUMENTO

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Piura, noviembre de 2023.

**CARTA N° 002-2023/MABS-CJGB-UCV**

DE: MARCOS ANDY BENITES SOCOLA  
CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLA  
Alumnos de la universidad Cesar Vallejo.

Para:  
Ing. Rodolfo Enrique Ramal Montejo – CIP 88658

ASUNTO: SOLICITUD DE VALIDACION DE INSTRUMENTO.

REFERENCIA: “Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2023”.

Es grato dirigirnos a usted, para expresarle nuestro cordial saludo, en nuestra condición de estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo Sede Piura, le pedimos amablemente su ayuda y disponibilidad para participar en el proceso de validación de un instrumento destinado a una investigación aplicada en el ámbito educativo, en este sentido, se le proporciona el instrumento que será evaluado, así como el formato que le permitirá compartir sus opiniones sobre cada ítem del mismo.

Tanto mi asesor de tesis, el Dr. Ing. Pedro Pablo Prieto Monzón, como nosotros, agradecemos sinceramente su valiosa colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Sin otro particular, reciba mis saludos y bendiciones.

Atentamente.

  
MARCOS ANDY BENITES SOCOLA

  
CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLA

- Se anexa INSTRUMENTO.
- Se anexa FORMATO DE EVALUACION DE INSTRUMENTO.
- Se anexa CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO.

MABS-CJGB/ucv

**INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION CIENTIFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: *RODOLFO ENRIQUE RAMAL MONTEJO*

Instituto donde labora: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*

Especialidad: *INGENIERIA CIVIL*

Instrumento de evaluación: *FICHA DE OBSERVACION*

Autor (s) del instrumento (s): *MARCOS ANDY DEWITES SOCOLA y CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLO*

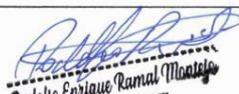
**ASPECTOS DE VALIDACION**

SI (1) – NO (0)

CRITERIOS	INDICADORES	SI	NO
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.	X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a las variables.	X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos.	X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variables, dimensiones e indicadores.	X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responde a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.	X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.	X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.	X	
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador.	X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X	
PUNTAJE TOTAL PROMEDIO DE VALORACION		1	0

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

INSTRUMENTO APLICABLE

  
 Rodolfo Enrique Ramal Montejo  
 INGENIERO CIVIL  
 FIRMA DEL EXPERTO

Piura, 07 de junio de 2023

## EVALUACION DE INSTRUMENTO

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Piura, noviembre de 2023.

**CARTA N° 003-2023/MABS-CJGB-UCV**

DE: MARCOS ANDY BENITES SOCOLA  
CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLA  
Alumnos de la universidad Cesar Vallejo.

Para:  
Ing. MIGUEL ANGEL CHANG HEREDIA – CIP 88837.

ASUNTO: SOLICITUD DE VALIDACION DE INSTRUMENTO.

REFERENCIA: “Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural Incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2023”.

Es grato dirigirnos a usted, para expresarle nuestro cordial saludo, en nuestra condición de estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo Sede Piura, le pedimos amablemente su ayuda y disponibilidad para participar en el proceso de validación de un instrumento destinado a una investigación aplicada en el ámbito educativo, en este sentido, se le proporciona el instrumento que será evaluado, así como el formato que le permitirá compartir sus opiniones sobre cada ítem del mismo.

Tanto mi asesor de tesis, el Dr. Ing. Pedro Pablo Prieto Monzón, como nosotros, agradecemos sinceramente su valiosa colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Sin otro particular, reciba mis saludos y bendiciones.

Atentamente.

  
MARCOS ANDY BENITES SOCOLA

  
CRISTHIAN JAVIER GARCIA BERNILLA

- Se anexa INSTRUMENTO.
- Se anexa FORMATO DE EVALUACION DE INSTRUMENTO.
- Se anexa CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO.

MABS-CJGB/ucv

**INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION CIENTIFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: MIGUEL ANGEL CHANG HEREDIA

Instituto donde labora: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Especialidad: INGENIERIA CIVIL

Instrumento de evaluación: FICHA DE EVALUACION

Autor (s) del instrumento (s): MARCOS ANDY BENITES SACOLA Y CRISTIAN JAVIER GARCIA BERNILLO

**ASPECTOS DE VALIDACION**

SI (1) – NO (0)

CRITERIOS	INDICADORES	SI	NO
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.	X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a las variables.		X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos.	X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variables, dimensiones e indicadores.	X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responde a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.	X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.	X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.	X	
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovador.	X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X	
PUNTAJE TOTAL PROMEDIO DE VALORACION		0	9

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

INSTRUMENTO APLICABLE

  
 Miguel Angel Chan Heredia  
 INGENIERO CIVIL  
 FIRMA DEL EXPERTO

Piura, 07 de junio de 2023

#### Anexo 4: Resultados del análisis de consistencia interna

Se utilizó los siguientes intervalos para interpretar el coeficiente V de Aiken:

$V \geq 0.80$ : Este valor indica una alta concordancia entre los expertos, sugiriendo que el ítem es altamente relevante y válido. Es el umbral más comúnmente aceptado para considerar un ítem como adecuado.

$0.60 \leq V < 0.80$ : Valores en este rango indican una concordancia moderada. Los ítems en este intervalo pueden necesitar revisión o ser aceptables si no se dispone de alternativas mejores.

$V < 0.60$ : Valores por debajo de 0.60 generalmente se consideran indicativos de baja relevancia, sugiriendo que los ítems no son adecuados y requieren modificaciones sustanciales o eliminación.

#### COEFICIENTE V DE AIKEN

**Formula de Aiken:**  $V=S/n(c-1)$

s: suma de respuestas afirmativas

n: numero de jueces

c: nuemero de valores de la escala de evaluacion

Items	Juez1	Juez2	Juez3	Suma	V de Aiken
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	0	2	0.67
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1
10	1	1	1	3	1
V de Aiken					0.967

El coeficiente V de Aiken es  $0.967 > 0.80$ , quiere que el instrumento de recolección de datos tiene una excelente validez.

## ANEXO 5: Porcentaje de Similitud

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main content area shows the metadata of a thesis document from Universidad César Vallejo. The document title is "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural Incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024". The author is Cristian Javier García Bernilla, and the advisor is Dr. Ing. Prieto Monzón, Pedro Pablo. The document is categorized under the line of research "Diseño sísmico y estructural" and the line of social responsibility "Desarrollo económico, empleo y emprendimiento".

On the right side, a sidebar titled "Resumen de coincidencias" (Summary of Similarities) shows a similarity percentage of 20%. Below this, a list of 11 sources is provided, each with its corresponding similarity percentage:

Rank	Source	Similarity Percentage
1	hdl.handle.net	8 %
2	Entregado a Universida...	5 %
3	repositorio.ucv.edu.pe	3 %
4	Entregado a Universida...	1 %
5	repositorio.upn.edu.pe	<1 %
6	Entregado a Universida...	<1 %
7	Entregado a INACAP	<1 %
8	alicia.concytec.gob.pe	<1 %
9	patents.google.com	<1 %
10	ri.uaq.mx	<1 %
11	Entregado a Universida...	<1 %

At the bottom of the interface, the status bar indicates "Página: 1 de 28" and "Número de palabras: 9050". The system tray shows the date and time as 15:57 on 24/07/2024.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024"

ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : Mayo del 2024

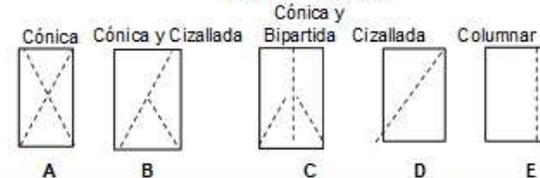
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

TIPO CEMENTO I

EDAD = 28  
f'c = 210

Días  
kg/cm<sup>2</sup>

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PAT-001	PATRÓN	22-Abr	20-May	21424	10.02	78.9	272	3.0"	210	129	C	127	100
2	PAT-002	PATRÓN	22-Abr	20-May	20677	10.01	78.7	263	3.0"	210	125	A		
3	PAT-003	PATRÓN	22-Abr	20-May	20969	10.02	78.9	266	3.0"	210	127	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Salto	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".

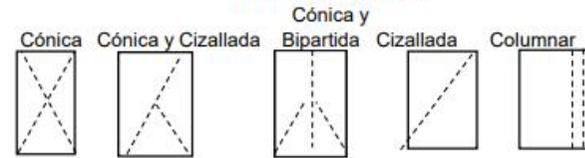
ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : Mayo 2024

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

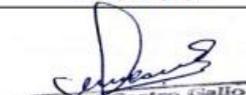
TIPO CEMENTO I

EDAD = 28 Días  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-5%-001	PET 5%	22-Abr	20-May	18814	10.02	78.9	239	3.6"	210	114	C	113	100
2	PET-5%-002	PET 5%	22-Abr	20-May	18420	10.01	78.7	234	3.6"	210	111	A		
3	PET-5%-003	PET 5%	22-Abr	20-May	19010	10.02	78.9	241	3.6"	210	115	B		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Roberto Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**TESIS** "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".

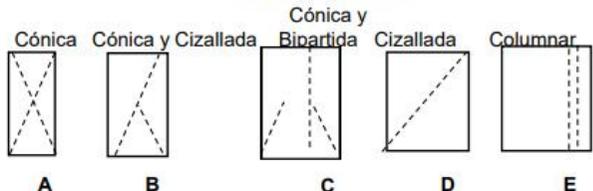
**ING. RESP.** : R.C.A.  
**TÉCNICO** : M.C.G.  
**HECHO POR** : E.C.G.  
**FECHA** : Mayo del 2024

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

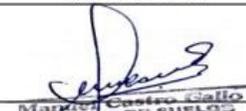
**TIPO CEMENTO I**

**EDAD = 28** Días  
**f'c = 210** kg/cm<sup>2</sup>

**TIPOS DE ROTURA**



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-7%-001	PET 7%	22-Abr	20-May	16800	10.01	78.7	213	3.4"	210	102	A		
2	PET-7%-002	PET 7%	22-Abr	20-May	17388	10.03	79.0	220	3.4"	210	105	A	103	100
3	PET-7%-003	PET 7%	22-Abr	20-May	17232	10.02	78.9	219	3.4"	210	104	A		

ELABORADO POR:		REVISADO POR:		CONTROL EXTERNO:	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Manuel Castro Gallo	Nombre:	Roberto Castro Aguirre	Nombre:	
Cargo:	Técnico de Laboratorio	Cargo:	Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

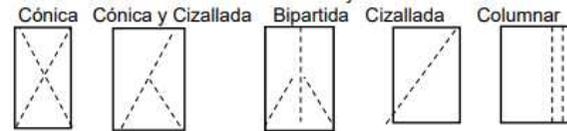
TESIS "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".

ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : Mayo del 2024

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

**TIPOS DE ROTURA**

Cónica y

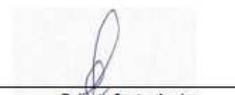


A B C D E

TIPO CEMENTO I

EDAD = 28 Dias  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump ( pulg )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Reistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	PET-10%-001	PET 10%	22-Abr	20-May	15051	10.01	78.7	191	3.2"	210	91	A	90	100
2	PET-10%-002	PET 10%	22-Abr	20-May	14751	10.00	78.5	188	3.2"	210	89	A		
3	PET-10%-003	PET 10%	22-Abr	20-May	14343	10.02	78.9	182	3.2"	210	87	B		

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	CONTROL EXTERNO:
Firma: 	Firma: 	Firma:
Nombre: Manuel Castro Galla	Nombre: Roberto Castro Aguirre	Nombre:
Cargo: Técnico de Laboratorio	Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:



**"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"**

**RUC: 20602407021**

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESIS : "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".  
 SOLICITA : Marcos Benites | Cristhian Garcia

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
 NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PAT-001	PATRÓN	3.00	22/04/24	29/04/24	14	15.00	15.10	45.00	<b>34.21</b>	3488	45.9	102	<b>45</b>
2	PAT-002	PATRÓN	3.00	23/04/24	30/04/24	14	15.10	15.20	45.00	<b>35.65</b>	3635	46.9	104	
3	PAT-003	PATRÓN	3.00	24/04/24	01/05/24	14	15.20	15.10	45.00	<b>36.31</b>	3703	48.1	107	



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESIS : "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".

SOLICITA : Marcos Benites | Cristhian Garcia

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-5%-001	PET 5%	3.60	22/04/24	20/05/24	28	15.00	15.10	26.84	<b>29.56</b>	3014	23.7	53	<b>45</b>
2	PET-5%-002	PET 5%	3.60	22/04/24	20/05/24	28	15.10	15.20	27.31	<b>30.01</b>	3060	24.0	53	
3	PET-5%-003	PET 5%	3.60	22/04/24	20/05/24	28	15.20	15.10	27.93	<b>29.04</b>	2961	23.9	53	



**CONSULTGEOPAV**  
**S.A.C**  
 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
 RUC: 20602407021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS**

**DATOS DEL PROYECTO**

TESIS : "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".  
 SOLICITA : Marcos Benites | Crísthian García

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ  
 NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709**

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Días	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-7%-001	PET 7%	3.40	22/04/24	20/05/24	28	15.00	15.10	26.84	<b>22.45</b>	2289	18.0	40	<b>45</b>
2	PET-7%-002	PET 7%	3.40	22/04/24	20/05/24	28	15.10	15.20	27.31	<b>23.41</b>	2387	18.7	42	
3	PET-7%-003	PET 7%	3.40	22/04/24	20/05/24	28	15.20	15.10	27.93	<b>22.78</b>	2323	18.7	42	



# CONSULTGEOPAV

S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

### DATOS DEL PROYECTO

TESIS : "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024".  
 SOLICITA : Marcos Benites | Cristhian Garcia

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TECNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709

N° Ensayo	CÓDIGO	TIPO DE DISEÑO	Slump (pul)	Fecha moldeo	Fecha rotura	Dias	Ancho b (cm)	Peralte d (cm)	Luz libre l (cm)	Carga Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida		Resistencia a Diseño (MR)
												Mr (Kg/cm2)	%	
1	PET-10%-001	PET 10%	3.20	22/04/24	20/05/24	28	15.00	15.10	26.84	<b>34.21</b>	3488	27.4	61	45
2	PET-10%-002	PET 10%	3.20	22/04/24	20/05/24	28	15.10	15.20	27.31	<b>35.65</b>	3635	28.5	63	
3	PET-10%-003	PET 10%	3.20	22/04/24	20/05/24	28	15.20	15.10	27.93	<b>36.31</b>	3703	29.8	66	

DOSIFICACIÓN : PATRON PAT-001-001  
TIPO : DOSIS 01  
MEZCLA : 210 KG/CM2  
Fecha de Ensayo : Abr-24  
Marca de cilindro : PAT-001

Cantidad de cemento en pasta : 373 Kg  
Cantidad de agua en pasta : 196 Lts  
Aire incluido : 2.5 %  
Arena : 40.0 %  
Gravas : 60.0 %  
Volumen de pasta : 0.339 m<sup>3</sup>  
Volumen de agregados : 0.661 m<sup>3</sup>  
Relación a/(c+ad) (SSS) : 0.525  
Relación a/(c+ad) (Corregida) : 0.525

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>40.00</del>	
			<del>60.00</del>	
Arido Fino	Arena zarandeada	100.00	40.00	Pte Los Serranos
	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	60.00	SOJO
Arido Grueso				
Agua		100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>3.74</del>	Kg.	373	9.318	3150	<del>0.60</del>	<del>1.32</del>	<del>0.72</del>	0.12	<del>9.318</del>			382
Arena zarandeada	3.74	Kg.	691	17.269	2613	0.60	1.32	0.72	0.12	17.146			708
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	1042	26.052	2628	0.80	1.30	0.50	0.13	25.923	-		1069
Agua	<del>7.10</del>	Kg.	196	4.895	1000	<del>0.80</del>	<del>1.30</del>	<del>0.50</del>		5.146			201

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2301
---------------	---------------------------

Observaciones :				Hora : 15H10				RESULTADOS				Diseño Unitario			
								Revenimiento :				1 : m : a/c			
								Temperatura del hormigón :				1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : a/c			
								% de Aire medido en el Hormigón :				1 : 0 : 1.86 : 2.79 : 0 : 0 : 0.53			
								Peso volumétrico de la mezcla :				m = 4.649			
								Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				k = 0.506			
								Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				H = 9.299			
								Factor de corrección de la mezcla :				a = 1.86 (MF = 3.74)			
Pérdida de Revenimiento				TIEMPO	Rev. cm	Resultado									
				5 min	8.5	-									
				15min											
				30 min											

DOSIFICACIÓN : PATRON PET5%-002-001

TIPO : DOSIS 01

MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : Abr-24

Marca de cilindro : PET3%-001

Cantidad de cemento en pasta : 373 Kg

Cantidad de agua en pasta : 196 Lts

Aire Incluido : 2.5 %

Arena : 40.0 %

Gravas : 60.0 %

Volumen de pasta : 0.339 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados : 0.661 m<sup>3</sup>

Relación a/(c+adc) (SSS) : 0.525

Relación a/(c+adc) (Corregida) : 0.525

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
Arido Fino	PET	5.00	2.00	
	Arena zarandeada	95.00	38.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	60.00	SOJO
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>1.68</del>	Kg.	373	9.318	3150					9.318			382
PET	1.68	Kg.	18	0.460	1392					0.460			19
Arena zarandeada	3.74	Kg.	656	16.405	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.03	16.435			673
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	1042	26.052	2628	0.80	1.30	0.50	0.13	25.923	-		1069
Agua	<del>1.68</del>	Kg.	196	4.895	1000					4.994			201

Masa Unitaria	<del>Kg/m<sup>3</sup> 2285</del>
---------------	--------------------------------------

Observaciones :	Hora : 15H10	RESULTADOS				Diseño Unitario
		Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.38 dm <sup>3</sup> Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 24.38 dm <sup>3</sup> Factor de corrección de la mezcla : 41.03				1 : m : a/c 1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : a/c 1 : 0.092 : 1.75 : 2.764 : 0 : 0 : 0.53 m = 4.606 k = 0.507 H = 9.371 a = 1.842 (MF = 3.64)
Pérdida de Revenimiento	TIEMPO	Rev. cm	Resultado			
	5 min	8.5	-			
	15min					
	30 min					

DOSIFICACIÓN : PATRON PET7%-003-001

TIPO : DOSIS 01

MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : Abr-24

Marca de cilindro : PET5%-001

Cantidad de cemento en pasta : 373 Kg

Cantidad de agua en pasta : 196 Lts

Aire Incluido : 2.5 %

Arena : 40.0 %

Gravas : 60.0 %

Volumen de pasta : 0.339 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados : 0.661 m<sup>3</sup>

Relación a/(c+adc) (SSS) : 0.525

Relación a/(c+adc) (Corregida) : 0.525

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>7.00</del>	
Arido Fino	PET	7.00	2.80	
	Arena zarandeada	93.00	37.20	Pte Los Serranos
	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	95.00	57.00	SOJO
Arido Grueso				
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>1.68</del>	Kg.	373	9.318	3150	<del>0.00</del>	<del>0.00</del>	<del>0.00</del>	<del>0.00</del>	9.318			390
PET	1.68	Kg.	26	0.644	1392					0.644			27
Arena zarandeada	3.74	Kg.	642	16.060	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.03	16.089			673
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	990	24.749	2628	0.80	1.30	0.50	0.12	24.627	-		1036
Agua	<del>7.10</del>	Kg.	196	4.895	1000	<del>0.00</del>	<del>0.00</del>	<del>0.00</del>	<del>0.00</del>	4.989			205

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2227	
---------------	---------------------------	--

Observaciones :				Hora : 15H10				RESULTADOS				Diseño Unitario			
Pérdida de Revenimiento				TIEMPO	Rev. cm	Resultado		Reverimiento :				1 : m : a/c			
				5 min	8.5	-		Temperatura del hormigón :				1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : a/c			
				15min				% de Aire medido en el Hormigón :				1 : 0.125 : 1.655 : 2.536 : 0 : 0 : 0.53			
				30 min				Peso volumétrico de la mezcla :				m = 4.449			
								Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				k = 0.510			
								Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				H = 9.641			
								Factor de corrección de la mezcla :				a = 1.78 (MF = 3.6)			

DOSIFICACIÓN : PATRON PET 10%-004-001

TIPO : DOSIS 01

MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : Abr-24

Marca de cilindro : PET7%-001

Cantidad de cemento en pasta : 373 Kg

Cantidad de agua en pasta : 196 Lts

Aire Incluido : 2.5 %

Arena : 40.0 %

Gravas : 60.0 %

Volumen de pasta : 0.339 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados : 0.661 m<sup>3</sup>

Relación al(+adc) (SSS) : 0.525

Relación al(+adc) (Corregida) : 0.525

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00	<del>100.00</del>	
Arido Fino	PET	10.00	4.00	
	Arena zarandeada	90.00	36.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	100.00	60.00	SOJO
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Adiciones (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)		
Cemento Tipo I	<del>1.68</del>	Kg.	373	9.318	3150	<del>0.80</del>	<del>1.30</del>	<del>0.50</del>	<del>0.13</del>	<del>9.318</del>			382
PET	1.68	Kg.	37	0.920	1392					0.920			38
Arena zarandeada	3.74	Kg.	622	15.542	2613	1.50	1.32	-0.18	-0.03	15.570			638
Grava Triturada Ø 4,75 -19.5 mm.	7.10	Kg.	1042	26.052	2628	0.80	1.30	0.50	0.13	25.923	-		1069
Agua	<del>7.10</del>	Kg.	196	4.895	1000	<del>0.80</del>	<del>1.30</del>	<del>0.50</del>	<del>0.13</del>	4.996			201

Masa Unitaria	Kg/m <sup>3</sup> 2269
---------------	---------------------------

Observaciones :				Hora : 15H10				RESULTADOS				Diseño Unitario			
Pérdida de Revenimiento				TIEMPO	Rev. cm	Resultado		Revenimiento :				1 : m : a/c			
				5 min	8.5	-		Temperatura del hormigón :				1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : a/c			
				15min				% de Aire medido en el Hormigón :				1 : 0.183 : 1.643 : 2.738 : 0 : 0 : 0.53			
				30 min				Peso volumétrico de la mezcla :				m = 4.563			
								Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				k = 0.508			
								Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :				H = 9.444			
								Factor de corrección de la mezcla :				a = 1.825 (MF = 3.53)			



En el siguiente cuadro se muestran las temperaturas y SLUMP de cada diseño aplicado:

ENSAYOS DE TEMPERATURA Y SLUMP		
DISEÑOS	TEMPERATURA (°C)	SLUMP (PULGADAS)
Diseño Patrón	28.7	4.1
Diseño+5%PET	30.2	3.8
Diseño+7%PET	30.1	3.8
Diseño+10%PET	29.8	3.5

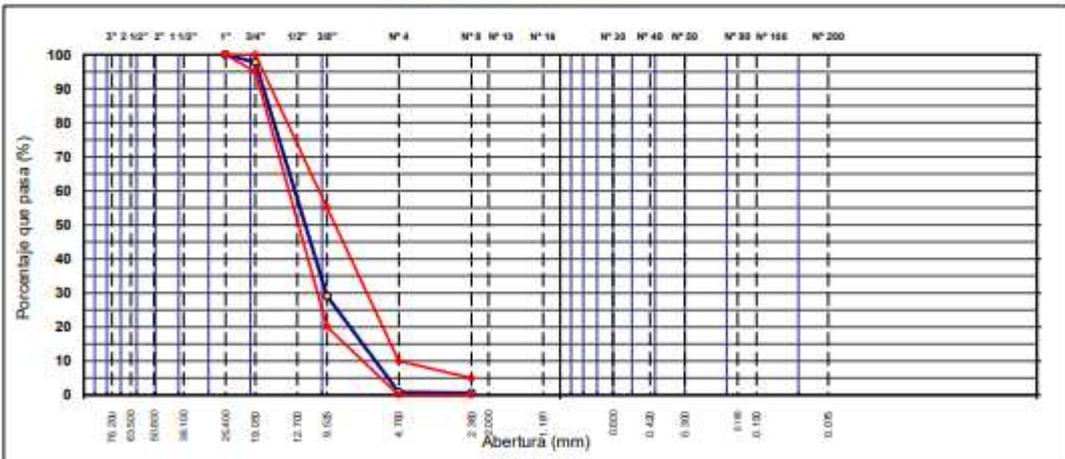
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

<b>TESIS</b> : "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Plura 2024". <b>MATERIAL</b> : PIEDRA CHANCADA <b>CANTERA</b> : KM 9 <b>MUESTRA</b> : M-1 <b>UBICACIÓN</b> : SOJO <b>SOLICITA</b> : Marcos Benites   Crathian Garcia	<b>TÉCNICO</b> : M.C.G <b>ING° RESP.</b> : R.C.A <b>FECHA</b> : Abr-24 <b>HECHO POR</b> : M.J.Z. <b>DEL KM</b> : - <b>AL KM</b> : - <b>CARRIL</b> : -
--	---

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	USO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL = 24.894.0 gr			
6"	152.400						PESO LAVADO = 24894.0 gr			
5"	127.000						PESO FINO = 211.0 gr			
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200							1000.0	977.0	2.4%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S. Seco.		P.S. Lavado	200%
2"	50.800							24894.0	24894.0	0.00
1 1/2"	38.100				100.0		% Grava = 99.2 %			
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100 - 100	% Arena = 0.8 %			
3/4"	19.050	550.0	2.2	2.2	97.8	95 - 100	% Fino = 0.0 %			
1/2"	12.700	10.762.0	43.2	45.4	54.6		MÓDULO DE FINURA = 6.72 %			
3/8"	9.525	6.345.0	25.5	70.9	29.1	20 - 55	EQUIV. DE ARENA = %			
# 4	4.750	7.028.0	28.2	99.2	0.8	0 - 10	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
# 8	2.360	61.0	0.2	99.4	0.6	0 - 5	P.E. Bulk (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 16	1.180	145.0	0.6	100.0	0.0		P.E. Aparente (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 30	0.600	2.0	0.0	100.0	0.0		Absorción = %			
# 40	0.420						OBSERVACIONES:			
# 50	0.300									
# 60	0.180									
# 100	0.150									
# 200	0.075									
< # 200	FONDO									
FINO		211.0								
TOTAL		24.894.0								

CURVA GRANULOMÉTRICA



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

<b>TESIS</b> : "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural Incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024". <b>MATERIAL</b> : PIEDRA CHANCADA <b>MUESTRA</b> : <b>CANERA</b> : KM 9 <b>UBICACIÓN</b> : SOJO <b>SOLICITA</b> : Marcos Benites   Cristhian Garcia	<b>TÉCNICO</b> : M.C.G <b>ING° RESP.</b> : R.C.A <b>LUGAR</b> : * <b>FECHA</b> : Abr-24 <b>HORA</b> : *
--	---

**AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	21590	21477	21609	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	14588	14475	14607	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	9457	9457	9457	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1543	1531	1545	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1539			

**PESO UNITARIO VARILLADO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	22600	22787	22794	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	15598	15785	15792	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	9457	9457	9457	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1649	1669	1670	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1663			

OBSERVACIONES



Marcos Castro Gallo  
 TÉCNICO DE SUELOS  
 CENSOGE CO00001  
 21600-00



ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 6571

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Plura 2024".

MATERIAL : Arena zarandeada M-1

FECHA : Abr-24

CANTERA : SOJO

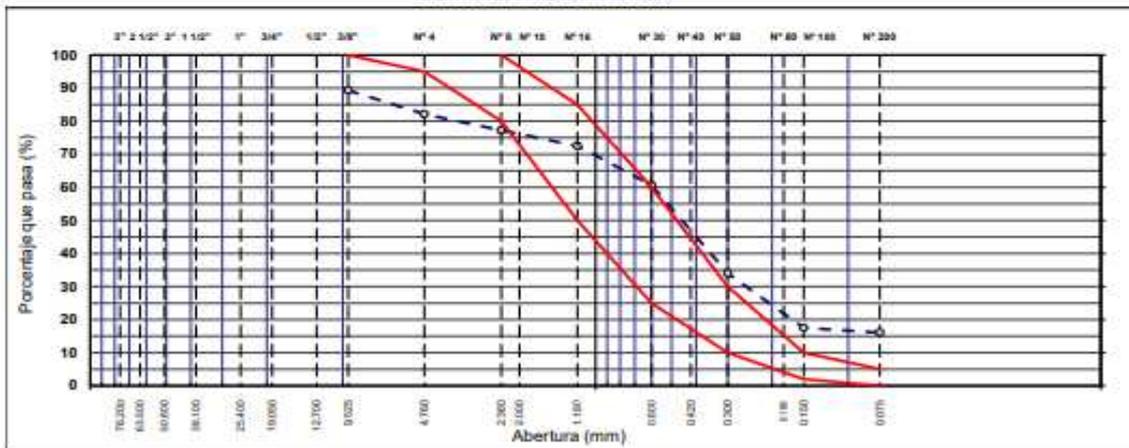
HECHO POR : E.C.G.

SOLICITA : Marcos Benites | Cristhian Garcia

muestra : 1

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
7"	177.800						PESO TOTAL	=	994.3	gr			
6"	152.400						PESO LAVADO	=	980.4	gr			
5"	127.000						PESO FINO	=	994.3	gr			
4"	101.600						% HUMEDAD				P.S.H.	P.S.S.	% Humedad
3"	76.200										979.4	956.8	2.4%
2 1/2"	63.500						Ensayo Mafra #200				P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
2"	50.800										994.3	980.4	1.40
1 1/2"	38.100						% Grava	=	17.0	%			
1"	25.400						% Arena	=	66.1	%			
3/4"	19.050	39.7					% Fino	=	16.1	%			
1/2"	12.700	50.9					MÓDULO DE FINURA	=	2.71	%			
3/8"	9.525	15.9	1.6	10.7	89.3	100	EQUIV. DE ARENA	=	82.0	%			
# 4	4.750	71.0	7.1	17.9	82.2	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:						
# 8	2.360	55.4	4.9	22.8	77.2	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 16	1.180	57.3	4.7	27.5	72.5	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 30	0.600	143.4	11.8	39.3	60.7	25 - 60	Absorción	=		%			
# 40	0.420												
# 50	0.300	322.8	26.7	66.0	34.0	10 - 30	OBSERVACIONES:						
# 80	0.180												
# 100	0.150	199.2	16.5	82.5	17.5	2 - 10							
# 200	0.075	17.8	1.5	83.9	16.1	0 - 5							
< # 200	FONDO	16.9	1.4	85.3									
FINO		516.8											
TOTAL		994.3											

CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Signature]*  
MARCO BENITES GARCIA  
INGENIERO EN SUELOS  
CONSULTGEOPAV S.A.C.

*[Signature]*  
ROBERTO ELIAS CASTRO ARROYO  
INGENIERO EN LABORATORIO  
ANÁLISIS DE SUELOS  
Reg. COT 79 01



**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C  
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA	: "Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto para uso Estructural Incorporando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Piura 2024"	N° REGISTRO	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
MUESTRA	:	ING° RESP.	: R.C.A.
CANTERA	: SOJO	FECHA	: Abr-24
UBICACIÓN	: Marcos Benites   Cristhian Garcia	HECHO POR	: E.C.G.
		HORA	:

**AGREGADO FINO  
PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9405	9355	9388	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3125	3075	3108	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1478	1455	1470	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1468			

**PESO UNITARIO VARILLADO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9612	9597	9610	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3332	3317	3330	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2115	2115	2115	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1575	1568	1574	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1573			

OBSERVACIONES	

Marcos Benites  
Ingeniero Civil  
Especialista en Geotecnia  
20220122

Cristhian Garcia  
Ingeniero Civil  
Especialista en Geotecnia  
20220122

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-038-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0205		
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA		
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA		
4. Instrumento calibrado	<b>MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)</b>		
Marca	CEM INDUSTRIAL		
Modelo	STYE-2000		
N° de serie	190608		
Identificación	No indica		
Procedencia	China		
Intervalo de indicación	0 kN a 2000 kN		
Resolución	0,01 kN		
Clase de exactitud	No indica		
Modo de fuerza	Compresión		
Indicador Digital			
Marca	No indica	Serie	No indica
Modelo	LM-02	Resolución	0,01 kN
Dial de desplazamiento			
Marca	No indica	Serie	No indica
Modelo	No indica		
5. Fecha de calibración	2024-02-14		

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

Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 06:52:14-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0384-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	
3. Dirección	CAL AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA	
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>	
Marca	FORNEY	
Número de Serie	100BS8F636152	
Identificación	No indica	
Procedencia	No indica	
Abertura Nominal	150 µm	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	
Designación alternativa	#100	
5. Fecha de Calibración	2024-02-13	

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE GORIANO LUCIO FIR  
42817546 hard  
Objetivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 23:58:41-0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0385-2024

Página 1 de 3

1. Expediente	0205
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>
3. Dirección	CAL AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>
Marca	FORNEY
Número de Serie	60BS8F884305
Identificación	No indica
Procedencia	No indica
Abertura Nominal	250 µm
Diámetro de bastidor	8 pulgadas
Designación alternativa	#60
5. Fecha de Calibración	2024-02-13

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

Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817548 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 23:56:41-0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0386-2024

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA	Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>	
Marca	FORNEY	
Número de Serie	40BS8F912159	CALIBRATEC 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.
Identificación	No indica	
Procedencia	No indica	
Abertura Nominal	425 µm	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Designación alternativa	#40	
5. Fecha de Calibración	2024-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hash  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 23:58:42-0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0387-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<p><b>1. Expediente</b> 0205</p> <p><b>2. Solicitante</b> <b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b></p> <p><b>3. Dirección</b> CAL AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA</p> <p><b>4. Equipo calibrado</b> <b>TAMIZ</b></p> <p><b>Marca</b> FORNEY</p> <p><b>Número de Serie</b> 10BS8F929531</p> <p><b>Identificación</b> No indica</p> <p><b>Procedencia</b> No indica</p> <p><b>Abertura Nominal</b> 2 mm</p> <p><b>Diámetro de bastidor</b> 8 pulgadas</p> <p><b>Designación alternativa</b> #10</p> <p><b>5. Fecha de Calibración</b> 2024-02-13</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
---	--

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817540 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 23:56:43-0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0388-2024

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA	
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>	
5. Fecha de Calibración	2024-02-13	
Marca	FORNEY	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
Número de Serie	BS8F719334	
Identificación	No indica	
Procedencia	No indica	
Abertura Nominal	9.5 mm	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	CALIBRATEC 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.
Designación alternativa	3/8"	
		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
43917545 hash  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 23:50:43-0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0389-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA	CALIBRATEC 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.
<b>4. Equipo calibrado</b>	<b>TAMIZ</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	FORNEY	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Número de Serie</b>	BS8F695223	
<b>Identificación</b>	No indica	
<b>Procedencia</b>	No indica	
<b>Abertura Nominal</b>	12.5 mm	
<b>Diámetro de bastidor</b>	8 pulgadas	
<b>Designación alternativa</b>	1/2"	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2024-02-13	

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Idioma: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 23:58:43-0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0390-2024

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA	Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>	
Marca	FORNEY	
Número de Serie	BS8F698332	CALIBRATEC 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.
Identificación	No indica	
Procedencia	No indica	
Abertura Nominal	19 mm	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Designación alternativa	3/4"	
5. Fecha de Calibración	2024-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hash  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 23:59:44-0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0396-2024

Página 1 de 3

1. Expediente	0205	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>	
3. Dirección	CAL AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA	
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Número de Serie	08506765	
Identificación	No indica	
Procedencia	No indica	
Abertura Nominal	4,75 mm	
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	
Designación alternativa	#4	
5. Fecha de Calibración	2024-02-13	

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42017545 ham  
Móvil: Soy el autor del documento  
Fecha: 20.02/2024 23:58:47 0500



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-076-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0205
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Marca	OHAUS
Modelo	SJX6201/E
N° de serie	B735575779
Identificación	No indica
Procedencia	China
Capacidad máxima:	6200 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Capacidad mínima	5 g
Clase de exactitud	II
5. Fecha de calibración	2024-02-13

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

Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-20



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817040 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/02/2024 08:14:51-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-015-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

- Expediente: 0205
- Solicitante: CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
- Dirección: CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA
- Equipo: HORNO DE SECADO  
Marca: METROTEST  
Modelo: MS-H1  
N° de serie: 888  
Procedencia: PERÚ  
Identificación: NO INDICA  
Ubicación: LABORATORIO

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

Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	-30 °C a 300 °C	-30 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

- Fecha de calibración: 2024-02-14

Fecha de Emisión

2024-02-21



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22/02/2024 09:53:41-0500



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## Panel fotográfico



Figura 1: Ensayo SLUMP para diseño de mezcla con 5% de PET



Figura 2: Muestras de concreto con 5% de PET



Figura 3: Ensayo SLUMP para diseño de mezcla con 7% de PET



Figura 4: Muestras de concreto con 7% de PET

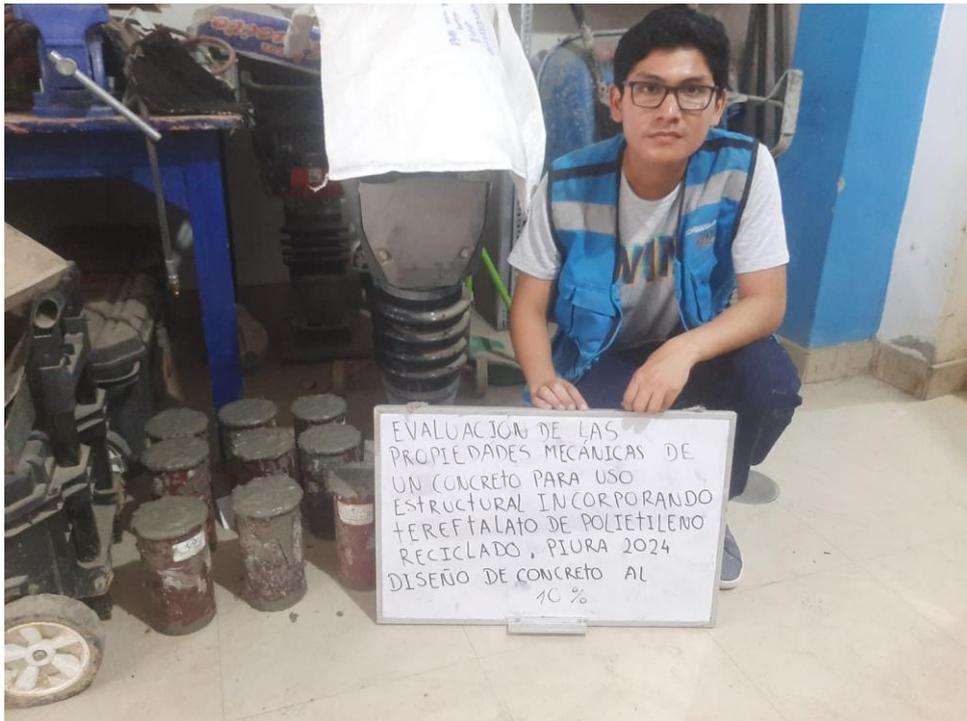


Figura 5: Muestras de concreto con 7% de PET



Figura 6: Probetas a 7 días



Figura 7: Ensayo de resistencia a la compresión 7 días



Figura 8: Probetas con 7% de PET a 7 días



Figura 9: vigas para prueba de resistencia a la flexión a 7 días.

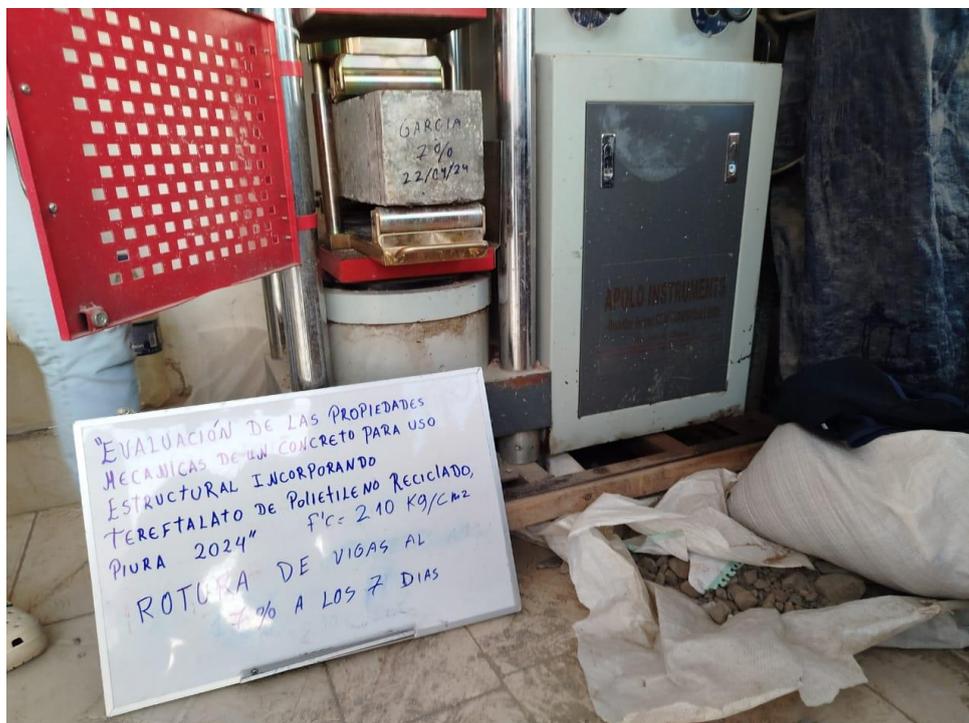


Figura 10: Ensayo de resistencia a la flexión a 7 días



Figura 11: Rotura vigas para prueba de resistencia a la flexión a 7 días



Figura 12: Ensayo de resistencia a la compresión a 14 días



Figura 13: Rotura de probetas a 14 días



Figura 13: vigas para prueba de resistencia a la flexión a 14 días



Figura 13: Probetas a 14 días



Figura 14: Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días



Figura 15: Rotura de probeta con 7% de PET a 28 días



Figura 16: Prueba de resistencia a la flexión a 28 días