



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del  
concreto estructural, incorporando parcialmente  
tereftalato de polietileno (PET) como agregado fino**

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

**Autora**

**Bach. Davila Gamonal Clara Mercedes**  
<https://orcid.org/0000-0003-1715-7381>

**Asesor(a)**

**Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**  
<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación**  
**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**  
**2023**

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO  
ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE  
POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO**

**Aprobación del jurado**

---

MAG. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVAN  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MAG. REINOSO SAMAME JORGE ANTONIO  
**Vocal del Jurado de Tesis**


## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy estudiante del Programa de Estudios de **Ingeniería civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

<p>Dávila Gamonal Clara Mercedes</p>	<p>DNI: 44417754</p>	
--	--------------------------	---

Pimentel, 20 de junio de 2023.

\* Porcentaje de similitud turnitin:20%

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO  
**TESIS CLARA DÁVILA GAMONAL**

---

<p>RECUENTO DE PALABRAS <b>16783 Words</b></p>	<p>RECUENTO DE CARACTERES <b>87218 Characters</b></p>
<p>RECUENTO DE PÁGINAS <b>69 Pages</b></p>	<p>TAMAÑO DEL ARCHIVO <b>1.3MB</b></p>
<p>FECHA DE ENTREGA <b>Aug 21, 2023 6:30 PM GMT-5</b></p>	<p>FECHA DEL INFORME <b>Aug 21, 2023 6:31 PM GMT-5</b></p>

---

● **20% de similitud general**  
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

## **Dedicatoria**

A Dios, por ser mi guía y quien me brinda sabiduría, perseverancia y fortaleza, virtudes que me han permitido lograr mi meta de ser Ing. Civil a pesar de las adversidades que se me presentaron; y a mis padres por ser mi apoyo constante y consejeros para seguir adelante.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, a Dios, porque gracias a su infinito amor, me da las virtudes necesarias para siempre lograr mis metas.

A mis Padres Nelly y Jesús porque siempre están a mi lado brindándome su apoyo incondicional.

A mis Docentes quienes compartieron sus saberes que me permitirán ser una profesional de éxito.

A mis amigos y futuros colegas con quien compartí tantos momentos en las aulas de nuestra tan querida universidad.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera me ofrecieron su ayuda cuando más lo necesitaba.

## Índice

Dedicatoria .....	4
Agradecimientos.....	5
Índice de tablas .....	8
Índice de figuras .....	9
Resumen.....	11
Abstract .....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Formulación del problema .....	24
1.3. Hipótesis.....	24
1.4. Objetivos .....	25
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	25
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	40
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	40
2.2. Variables, Operacionalización .....	41
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección .....	44
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	46
2.5. Procedimiento de análisis de datos .....	47
2.6. Criterios éticos.....	49
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
3.1. Resultados .....	50

3.2. Discusión.....	73
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
4.1. Conclusiones.....	79
4.2. Recomendaciones.....	81
REFERENCIAS.....	82
ANEXOS .....	89
Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos. ....	89
Anexo 2. Panel fotográfico.....	193

## Índice de tablas

<b>Tabla I.</b> Operacionalización de la variable independiente.....	42
<b>Tabla II.</b> Operacionalización de la variable dependiente.....	43
<b>Tabla III.</b> Número total de testigos prismáticos.....	45
<b>Tabla IV.</b> Número total de testigos cilíndricos.....	45
<b>Tabla V.</b> Compendio de resultados de contenido de humedad y peso unitario de los agregados.....	56
<b>Tabla VI.</b> Compendio de resultados de absorción y peso específico de los agregados. ..	57
<b>Tabla VII.</b> Resumen de los resultados de las características geológicas de los agregados seleccionados.....	58
<b>Tabla VIII.</b> Resultados de las características físicas del PET reciclado.....	59
<b>Tabla X.</b> Cantidades por metro cúbico de concreto para los diseños de mezcla D21 ( $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> ), convencional y experimentales. ....	61
<b>Tabla XI.</b> Cantidades por metro cubico de concreto para los diseños de mezcla D28 ( $f'c$ : 280 kg/cm <sup>2</sup> ), convencional y experimentales. ....	61



## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> <i>Equipo para prueba de asentamiento en el concreto.</i> .....	31
<b>Fig. 2.</b> <i>Procedimiento para calcular el asentamiento del concreto.</i> .....	32
<b>Fig. 3.</b> <i>Esquema de ensayo de compresión diametral o resistencia a la tracción.</i> .....	35
<b>Fig. 4.</b> <i>Diagrama de esfuerzo y deformación del concreto.</i> .....	36
<b>Fig. 5.</b> <i>Diagrama de flujo de procesos seguidos en la investigación.</i> .....	48
<b>Fig. 6.</b> <i>Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Castro I - “Zaña”</i> .....	50
<b>Fig. 7.</b> <i>Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Pátapo “La Victoria”</i> .....	51
<b>Fig. 8.</b> <i>Curva granulométrica del agregado grueso - Bomboncitos “Ferreñafe”</i> .....	51
<b>Fig. 9.</b> <i>Curva granulométrica del agregado grueso - Pacherez “Pucalá”</i> .....	52
<b>Fig. 10.</b> <i>Curva granulométrica del agregado fino - Cantera Castro I - “Zaña”</i> .....	53
<b>Fig. 11.</b> <i>Curva granulométrica del agregado fino - Cantera Pátapo “La Victoria”</i> .....	54
<b>Fig. 12.</b> <i>Curva granulométrica del agregado fino - Bomboncitos “Ferreñafe”</i> .....	54
<b>Fig. 13.</b> <i>Curva granulométrica del agregado grueso - Pacherez “Pucalá”</i> .....	55
<b>Fig. 14.</b> <i>Curva granulométrica del material PET reciclado.</i> .....	59
<b>Fig. 15.</b> <i>Asentamiento de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.</i> .....	62
<b>Fig. 16.</b> <i>Temperatura de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.</i> .....	63
<b>Fig. 17.</b> <i>Contenido de aire de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.</i> .....	64
<b>Fig. 18.</b> <i>Peso unitario de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.</i> .....	65
<b>Fig. 19.</b> <i>Resistencia a la compresión de los diseños D21 (<math>f'c</math>: 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.</i> .....	66
<b>Fig. 20.</b> <i>Resistencia a la compresión de los diseños D28 (<math>f'c</math>: 280kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación</i>	

<i>de PET reciclado.</i> .....	66
<b>Fig. 21.</b> <i>Resistencia a la tracción dividida de los diseños D21 (<math>f'c</math>: 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.</i> .....	68
<b>Fig. 22.</b> <i>Resistencia a la tracción dividida de los diseños D28 (<math>f'c</math>: 280kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.</i> .....	68
<b>Fig. 23.</b> <i>Resistencia a flexión de los diseños D21 (<math>f'c</math>: 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.</i> .....	70
<b>Fig. 24.</b> <i>Resistencia a flexión de los diseños D28 (<math>f'c</math>: 280kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.</i> .....	70
<b>Fig. 25.</b> <i>Módulo de elasticidad de los diseños D21 (<math>f'c</math>: 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.</i> .....	71
<b>Fig. 26.</b> <i>Módulo de elasticidad de los diseños D28 (<math>f'c</math>: 280kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.</i> .....	72

## Índice de fórmulas

<b>Fórmula 1.</b> <i>Módulo de fineza del agregado.</i> .....	28
<b>Fórmula 2.</b> <i>Contenido humedad del agregado.</i> .....	29
<b>Fórmula 3.</b> <i>Porcentaje absorción.</i> .....	29

## Resumen

La producción de plástico a nivel global se intensifica cada año, por lo cual la generación de residuos plásticos también, por ende, el presente estudio tiene como objetivo el uso de residuos plásticos, específicamente los desechos Tereftalato de Polietileno (PET) triturado en la elaboración de concreto estructural de dos clases de resistencia  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> (D21) y  $f_c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup> (D28), incorporando el PET en reemplazos de 2, 4, 6 y 8% respecto al volumen del árido fino. Siguiendo un diseño experimental, se evaluaron tanto las propiedades físicas como mecánicas del concreto estructural. Resultando en reducciones progresivas del asentamiento para ambos tipos de concreto conforme aumenta el porcentaje de PET, llegando a reducir hasta un 32.50 y 37.50% para D21 y D28 respectivamente con un 8% PET; de igual manera sucede con la temperatura y densidad del concreto fresco, donde sus resultados se ven mermados con la presencia del PET, a diferencia del contenido de aire que aumenta gradualmente con la presencia del PET. Respecto a las pruebas mecánicas, los resultados a 28 días mostraron reducciones paulatinas para ambos grupos de diseños con la incorporación de PET, alcanzando disminuciones de 15.4 y 22.1% para la resistencia compresiva, y 14.6 y 12.8% para el módulo de elasticidad, para los diseños D21 y D28 respectivamente con un 8% PET. Mientras que, para la resistencia a la flexión y tracción dividida, para D21 también se presentan disminuciones de sus valores con la inclusión de PET; en cambio los diseños D28, logra obtener un ligero aumento para 2% PET, y a partir de ahí empezar a decrecer como en las anteriores propiedades. En conclusión, los diseños óptimos se obtienen para para D21 y D28 con reemplazos de 4 y 2% de PET respectivamente, con una trabajabilidad adecuada y características mecánicas aceptables para concreto estructural, destacando por sus resultados de pruebas mecánicas cercano a los del diseño patrón.

**Palabras Clave:** Concreto estructural, propiedades físicas, propiedades mecánicas, Tereftalato de Polietileno.

## Abstract

The production of plastic at a global level intensifies every year, for which the generation of plastic waste also, therefore, the present study aims at the use of plastic waste, specifically the waste of crushed Polyethylene Terephthalate (PET) in the production of structural concrete of two classes of resistance  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> (D21) and  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup> (D28), incorporating PET in replacements of 2, 4, 6 and 8% with respect to the volume of the fine aggregate. Following an experimental design, both the physical and mechanical properties of the structural concrete were evaluated. Resulting in progressive reductions of the settlement for both types of concrete as the percentage of PET increases, reaching a reduction of up to 32.50 and 37.50% for D21 and D28 respectively with 8% PET; In the same way it happens with the temperature and density of fresh concrete, where its results are diminished with the presence of PET, unlike the air content that gradually increases with the presence of PET. Regarding the mechanical tests, the results at 28 days showed gradual reductions for both groups of designs with the incorporation of PET, reaching decreases of 15.4 and 22.1% for the compressive resistance, and 14.6 and 12.8% for the modulus of elasticity, for the designs D21 and D28 respectively with 8% PET. While, for the resistance to flexion and divided traction, for D21 there are also decreases in their values with the inclusion of PET; On the other hand, the D28 designs manage to obtain a slight increase for 2% PET, and from there start to decrease as in the previous properties. In conclusion, the optimal designs were obtained for D21 and D28 with replacements of 4 and 2% PET respectively, with adequate workability and acceptable mechanical characteristics for structural concrete, standing out for their mechanical test results close to those of the standard design.

**Keywords:** Structural concrete, physical properties, mechanical properties, Polyethylene Terephthalate.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

Con referencia internacional, al día de hoy, un árido fino de buena calidad no es obtenible de manera tan cómoda, puesto que este recurso es agotado cada vez en mayor intensidad. La elevada demanda de los áridos pétreos en la fabricación de concreto se incrementa a diario, resultando insuficiente las arenas explotadas de cantera y de ríos para la satisfacción de las demandas que exige la industria de la construcción. Conllevando así a la indagación de novedosos materiales como reemplazo de los agregados pétreos, y convirtiéndolo en una prioridad [1]. Cada año se extraen aproximadamente 50'000 millones de toneladas de piedra y arena de río, principalmente para la fabricación de diversos tipos de concreto. [2]. Este contexto ocasiona que la mayoría de investigadores se encuentren enfocados en la búsqueda de fuentes opcionales como agregados; siendo el plástico en la mayoría de los casos el seleccionado, y utilizado frecuentemente como reemplazo del árido fino [3, 4, 5]. Dentro de los plásticos destaca el tereftalato de polietileno (PET), siendo este uno de los plásticos más usados, principalmente como botellas para refresco. Los plásticos PET representan una fracción importante de los residuos domésticos, los cuales se consideran como materiales no biodegradables y nocivos para la salud humana, por lo que su uso en la fabricación de concreto es una metodología factible para deshacerse de estos desechos plásticos en el medio ambiente [6].

Los productos de origen plástico son parte indispensable en el día a día de las personas. La magnitud de consumo de productos plásticos a nivel global se intensifica año tras año debido a las ventajas que presenta, tales como su bajo costo, disminuida densidad, facilidad de diseño, una longevidad de vida útil para los consumidores, peso ligero y su resistencia [7, 8]. La tasa de eliminación de residuos plásticos domiciliarios en el medio ambiente y ecosistemas ha crecido considerablemente, conllevando a la necesaria búsqueda de diferentes soluciones para redirigir los productos plásticos al final de su vida

útil no solo a vertederos [8]. En el último lustro del siglo pasado, la producción de productos plásticos global por año se ha multiplicó por 20; en el 2017 se reporta una producción global que asciende a 8300 millones de toneladas métricas, donde el 80% de esa cantidad tuvieron como disposición final en vertederos o terminaron causando problemáticas ambientales de contaminación y salud pública [9]. Si las tendencias de productividad y manejo de residuos plásticos se mantienen, se aproxima que para el año 2050, alrededor de una masa en toneladas de residuos plásticos de 12000 millones se encontraran depositados en vertederos o en el medio natural [10, 11]. Además, debido a la escasa biodegradabilidad que el plástico presenta, esto supone una gran limitante para su reciclaje y eliminación en el medio ambiente [12]. Por lo tanto, encontrar aplicaciones donde los residuos plásticos sean útiles ofrecerá una forma sostenible para su gestión. A esto se suma, que la reutilización y el reciclaje de desechos plásticos son más efectivos en comparación con el vertido y la incineración [13].

A nivel nacional, según datos del INEI, en 2020 la producción de residuos sólidos domiciliarios se estimó en 15 toneladas diarias, lo que equivalía a más de 5.5 millones de toneladas de basura generados a nivel de todo Perú; y que hasta el año 2018, los plásticos representaron hasta un 5.3% del total de esos residuos [14], siendo perjudicial tanto para el medio ambiente e incluso la salud pública.

En Juliaca se afirmó que la razón principal de acumulación de desechos sólidos, fue el rápido incremento demográfico sin ningún tipo de planificación urbana, sumado a la crisis de limpieza y gestión de residuos sólidos municipales existentes, generando conflictos sociales, problemas de salud pública y contaminación ambiental. En el año 2017 en Juliaca se generaron más de 75'000 Tn de residuos sólidos municipales, y se espera que para el 2027 se generé alrededor de 93020.14 Tn, donde el 29.78% son de origen inorgánico como cartón, maderas, vidrio, papel y plásticos en mayor medida [15]. En ciudades como Jaén, el desarrollo de nuevos concretos es una preocupación incesante para la ingeniería, debido a la alta demanda del sector construcción, y sumado a la

necesidad de búsqueda de alternativas de reutilización de los desechos de demolición y el reemplazo de los agregados de residuos plásticos, sobre todo en mezclas de concreto con fin el de disminuir la contaminación generada por estos residuos [16].

En lo que se refiere propiamente PET, en el Perú se producen cerca de 2800 millones de envases de plástico PET cada año, y se recicló una cantidad inferior al 35%, esta baja tasa de reciclaje se debe a que el Perú fue de las últimas naciones de la región en incorporar la reglamentación del uso de PET reciclado en la producción y comercialización de productos, realizado en el 2015. En tiempos recientes, la gran cantidad de residuos de origen plástico obliga a la búsqueda de nuevas opciones para un desarrollo sostenible. El reciclaje del PET es de suma importancia puesto que una tonelada de plástico significa un ahorro de energía (5.774 KWh), de petróleo (16.3 barriles), 98 millones BTUs de energía y espacio en vertederos (22 m<sup>3</sup>) [17].

Por otra parte, la explotación de la arena de cantera es otra problemática nacional, la alta demanda de obras civiles y por ende de concreto también, provoca una intensiva explotación de uno de sus principales agregados como es la arena de cantera, en el año 2019 se reportó más de 1.9 millones de toneladas de arena extraída de cantera a nivel nacional [18].

A nivel local, en la ciudad de Chiclayo la demanda de construcciones se ha incrementado en la última década. Anualmente se entregan un promedio de 1000 licencias de construcción por parte de la subgerencia de obras privadas, que incluye proyectos de ampliación, viviendas nuevas, remodelaciones y cercos; lo que significa también un aumento de la demanda del concreto como material estructural en el uso de construcciones de edificaciones, y puesto que 3/4 del volumen de la mezcla de concreto son los agregados, su explotación también se ve intensificada y se busca darle un respiro, con la alternativa de la reutilización de material PET reciclado como reemplazo de los agregados finos [18].

Por otra parte, estudios indicaron que, en el año 2014, la ciudad de Chiclayo califica

dentro de las ciudades más contaminadas en el país, con una producción diaria de 500 tn de basura en toda la provincia, mientras que Chiclayo como distrito es responsable del 45% de basura, donde destacan como residuos sólidos urbanos los desechos plásticos como PET, los cuales se convierten en agentes contaminantes del agua, suelo y aire, en la mayoría de ocasiones por su incorrecta gestión y disposición [19]. La Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), realizó inspecciones a 195 municipios provinciales del Perú, en temas relacionados al recojo de residuos sólidos, durante el periodo 2014-2015, situaron a Chiclayo en el último lugar en gestión y manejo de residuos sólidos con una calificación de 2.5 [20].

A continuación, se describe estudios realizados por diversos autores relacionados al tema en estudio:

Acevedo y Posada [21] en su estudio “Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto” tuvieron como finalidad reemplazar parcialmente la arena por PET reciclado cuyas dosificaciones fueron 5, 10, 15 y 20% en razón al volumen de arena en mezclas de concreto convencional. El tamaño de partículas PET fue de 2.36 mm. Para el desarrollo de la investigación, los autores evaluaron tanto la resistencia compresiva del concreto, que se vio mermada gradualmente conforme aumentaba el contenido de PET, con una variación mínima de 3.7% para un 5% PET; y por otra parte el asentamiento del concreto fresco, que se mantiene en un rango aceptable. Los autores concluyeron como porcentaje ideal el 15% PET, debido a que asegura una resistencia mecánica adecuada (14% menos), con la mayor cantidad de arena reemplazada, manteniendo incluso una mejor trabajabilidad.

Akinyele y Ajede [22] en su estudio titulado “The use of granulated plastic waste in structural concrete” tuvieron como propósito el uso de residuos plásticos granulados como PET para producir concreto estructural. El diseño experimental del estudio consistió en hacer uso del PET granulado en reemplazo parcial de 0, 5, 10, 15 y 20% de arena, mediante el ensayo de asentamiento, resistencias a tracción dividida, compresión y flexión.



Los resultados de asentamiento mostraron que al aumentar la cantidad de gránulos PET añadidos al concreto, disminuyó la trabajabilidad obtenida. Así mismo, reportaron reducciones en las características mecánicas del concreto cuando aumentaban los % PET granulado, llegando hasta una disminución del 54% de resistencia a tracción para un 20% de PET, y reducciones de 32.30% y 34.6% para las pruebas a flexión y compresión respectivamente para reemplazos de 20% de PET; por lo que los autores recomiendan a su concreto como un concreto de peso liviano.

Dawood et al. [23] en su investigación denominada “Physical and mechanical properties of concrete containing PET wastes as a partial replacement for fine aggregates” tuvieron por finalidad estudiar la influencia de utilizar residuos PET como sustituto parcial de áridos finos en las características físicas y mecánicas del concreto, en este estudio utilizaron porcentajes de sustitución en peso del árido fino al 5, 7.5, 10, 12.5, 15 y 20%. Como resultados relevantes, obtuvieron que con reemplazos del árido fino en un rango de 5 a 12.5%, se presentan aumentos en resultados a compresión, flexión y tracción dividida en relación al diseño convencional; y a partir de porcentajes superiores se presentan decrecimientos en los resultados, no obstante, para la prueba de módulo de elasticidad con niveles de reemplazo de hasta un 20% de arena por partículas PET, los valores de módulo se vieron reducidos gradualmente.

Almeshal et al. [24] en el estudio “Eco-friendly concrete containing recycled plastic as partial replacement for sand” investigaron los efectos de usar PET como sustituto de la arena en el concreto. Los autores diseñaron un concreto de referencia con resistencia compresiva de 35MPa, y utilizaron porcentajes de 10 a 50% de PET triturado como reemplazo de la arena. Los efectos del PET en el concreto lo evaluaron por medio de pruebas físico mecánicas tales como peso unitario, trabajabilidad, resistencias mecánicas a tracción, compresión, y flexión. De sus resultados obtenidos, reportaron una reducción del asentamiento de hasta 88% con 50% PET, y de igual manera reportaron una reducción gradual del peso unitario fresco al aumentar los %s de reemplazo de PET. En cuanto a las

propiedades mecánicas, el rango de reducción para niveles de reemplazo de PET de 10 a 50% fue 10.5 – 85.5% para la prueba de tracción, de 2.4 – 84.2% para la prueba de flexión, y de 1.2 – 90.6% para la prueba de compresión axial.

Umasabor y Daniel [25] en su estudio denominado “The effect of using polyethylene terephthalate as an additive on the flexural and compressive strength of concrete” tuvieron como objetivo estudiar los efectos del PET pulverizado como aditivo en resistencias a flexión y compresión del concreto a edades de rotura a 3, 7, 14 y 28 días. Los autores plantearon un diseño de investigación experimental, utilizando el PET pulverizado en porcentajes de 5, 10 y 15% en peso del árido fino convencional. De los resultados, concluyeron que con el 5% de PET pulverizado se logra la mayor resistencia compresiva de 33.4 N/mm<sup>2</sup> a 28 días, valor cercano al del concreto de control; mientras que para la resistencia a flexión evidenciaron una disminución progresiva al incrementar los porcentajes de PET en el concreto. También dedujeron que el uso de residuos de PET en el concreto genera ventajas como prevención de contaminación ambiental, la eliminación de desechos y ahorro de energía.

Kangavar et al. [26] en su estudio titulado “Investigation on the properties of concrete with recycled polyethylene terephthalate (PET) granules as fine aggregate replacement” tuvieron por propósito evaluar el desempeño del concreto que contiene residuos PET reciclados en forma granular como sustituto de la arena. Los gránulos de PET se prepararon de tal manera que contenga características similares al agregado fino, tanto en forma, textura, dimensiones y distribución de partículas. Utilizaron como reemplazo parcial de 10, 30 y 50% en relación al volumen del agregado fino, y evaluaron propiedades tales como asentamiento, densidad, resistencia compresiva, a tracción, a flexión y módulo elástico. Los resultados experimentales indican que existe una ganancia de las propiedades mecánicas a tracción, compresión y flexión al 10% PET, sin embargo, con niveles de reemplazo superiores los resultados son inferiores al concreto de referencia.

Bamigboye et al. [27] en su investigación denominada “Evaluation of eco-friendly

concrete having waste PET as fine aggregates” tuvieron como propósito evaluar los efectos del reemplazo parcial o total del árido fino por agregados plásticos procesados térmicamente sobre la trabajabilidad, sus características mecánicas, térmicas, microestructurales y económicas del concreto. Como metodología, los autores trabajaron con un concreto de proporción de mezcla 1:2:4 para una resistencia objetivo de 25MPa y relación a/c de 0.55. El PET fue usado en niveles de reemplazo de 10, 20, 30, 40 y 100%. En base a los resultados, los autores concluyen que, la trabajabilidad aumenta hasta un 40% PET, una mayor cantidad genera una reducción de esta. En cuanto, a las resistencias a tracción y compresión disminuyeron al incluir PET, sin embargo, en un rango de reemplazo de 10 a 40% logran resultados aceptables para concretos con resistencias objetivas de 20 MPa. Por lo cual, afirman que el concreto con PET procesado térmicamente es apropiado para aplicaciones estructurales.

Kore [28] en su estudio titulado “Feasibility Study on Use of Plastic Waste as Fine Aggregate in Concrete Mixes” tuvo como objetivo demostrar el aprovechamiento de agregados finos producidos a partir de la trituración de desechos sólidos plásticos en mezclas de concreto como reemplazo de 5, 10, 15, 20 y 25% del árido fino convencional, evaluando las características mecánicas del concreto, para resistencias a tracción dividida, a compresión y flexión, así como también la trabajabilidad mediante el ensayo de asentamiento y densidad fresca del concreto. Según los resultados, el autor concluyó que, la trabajabilidad se ve aumentada y la densidad fresca del concreto se ve reducida gradualmente con el aumento de contenido PET en diseños de mezcla. En cuanto a las características mecánicas, con una sustitución de 5 a 25% de PET a la edad de 28 días, indica una reducción para la resistencia compresiva de 16 a 57%, de 10 a 35% para las pruebas de flexión, y de 5 a 50% para resistencia a tracción dividida, todas estas reducciones en función a los resultados obtenidos del concreto de referencia.

Aocharoen y Chotickai [29] en su investigación denominada “Compressive mechanical and durability properties of concrete with polyethylene terephthalate and high-

density polyethylene aggregates”, analizaron el efecto de la relación a/c y las características del concreto utilizando agregados plásticos como HDPE (polietileno de alta densidad) y PET (tereftalato de polietileno). Este último fue utilizado en forma de escamas gruesas en reemplazos volumétricos del agregado de 0 – 10 %, y se evaluaron propiedades del concreto como la trabajabilidad, la compresión, el módulo elástico, contracción por secado, entre otras propiedades. Los autores encontraron que la presencia de los agregados plásticos reduce los valores de las características mecánicas del concreto, y además el asentamiento de las mezclas de concreto fresco, cuando aumentaban el contenido y tamaño de agregados plásticos, especialmente cuando a las mezclas de concreto se añade agregados PET. La reducción de la compresión fue de hasta un 21%.

Pinedo [30] en su investigación “Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018”; tuvo por objetivo estudiar las propiedades físico-mecánicas del concreto con la adición de PET reciclado; para ello diseñó concretos, añadiendo 5, 10 y 15% PET reciclado y triturado. Con un tipo de investigación experimental, pruebas como asentamiento y peso unitario del concreto fresco fueron analizadas, presentando reducciones de los valores de asentamiento, y una variación no considerable respecto al peso unitario. De la resistencia compresiva, el autor reportó decrecimientos de 13%, 24% y 31% respecto a los  $220 \text{ kg/cm}^2$  de concreto patrón con los añadidos de PET DE 5, 10 y 15% respectivamente. Y da como conclusión que se puede añadir PET reciclado al concreto y calificar como apto de ser usado en la construcción como concreto no estructural por sus características de resistencia.

Mendoza y Zanabria [31] en su investigación titulada “Evaluación del comportamiento mecánico y térmico del concreto con incorporación de tereftalato de polietileno reciclado para la región de Puno”; tuvieron por finalidad analizar el comportamiento mecánico-térmico en estado fresco y endurecido del concreto al incorporar PET; su estudio presentó un diseño experimental, elaboraron 60 probetas cilíndricas de

concreto como muestra de la investigación, reemplazaron hojuelas de PET triturado de tamaño máximo de 3/8" al 3%, 6%, 9% y 12% en peso de los agregados naturales (finos y gruesos) y establecieron una relación a/c invariable de 0.56. De los resultados obtenidos, los autores concluyeron que, la trabajabilidad fue afectada al incorporar PET obteniendo una consistencia seca y poco trabajable, sin embargo, al 3% el revenimiento del concreto patrón (3.5") disminuyó a 2.9" en el concreto experimental (CE), calificando aún al concreto como trabajable y de consistencia plástica, el peso unitario también se ve afectado con una disminución gradual con la incorporación del PET triturado; así mismo para la resistencia compresiva, su valor fue de 226.63 kg/cm<sup>2</sup> del concreto patrón a 28 días se ve reducido en 13.19, 39.19, 47.41 y 60.54% para los reemplazos de 3, 6, 9 y 12% de PET respectivamente.

Léctor y Villarreal [32] en el estudio "Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote"; tuvieron como finalidad elaborar y evaluar las propiedades del concreto al adicionar plásticos reciclados PET. Su estudio fue de tipo experimental, elaboraron testigos de concreto utilizando PET triturado, con tamaño máximo nominal 3/4", adicionado al 5%, 10% y 15% en diseños de mezcla patrón con resistencias de 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los autores determinaron que, a 28 días de rotura al adicionar 5% de PET la resistencia promedio del concreto disminuyó a 21.42% y 14.61% respectivamente para diseños convencionales de 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, además al añadir mayores cantidades de PET en la mezcla, se perdió plasticidad disminuyendo la trabajabilidad y densidad, por lo tanto, recomendaron utilizar estos diseños para usos de concreto no estructural.

Reyes [33] en su investigación "Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta-Ate- Lima Este (2018)"; su propósito fue determinar el diseño de mezcla óptimo al incorporar fibras plásticas PET recicladas y perfeccionar las características del concreto en la fabricación de losas con un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Su investigación fue experimental; el autor

realizó siete diseños de mezcla, incluyendo el diseño patrón, 3 diseños adicionado fibras PET al 0.5%, 1% y 1.5% del cemento, y los diseños restantes elaborados manteniendo los % de PET al adicionar 0.7% del aditivo Visco Crete 1110. Este investigador concluyó que, al incrementar los %s de fibras PET disminuyeron la trabajabilidad y la resistencia compresiva, mientras que la resistencia a tracción no presentó variaciones significativas; sin embargo, la resistencia a flexión aumentó en 5% referente al diseño convencional, por otro lado, al adicionar el aditivo plastificante y a pesar del alto % de fibras PET, se logró mejorar el asentamiento y aumentar las resistencias a tracción, compresión y flexión para todos los niveles de adición de PET.

Campana y Flores [34] en su investigación denominada “Comportamiento de los plásticos reciclados PET en la resistencia a compresión y flexión del concreto f’c 210, Lima, 2019” tuvieron como objetivo la evaluación del comportamiento del concreto al reemplazar en 3, 5 y 7% el agregado fino con plásticos reciclados. Con una metodología experimental, presentaron una población compuesta de 48 probetas cilíndricas y 24 probetas prismáticas de concreto, para ensayos a compresión y flexión correspondientemente. Obtuvieron como resultados de resistencia compresiva de 251.32, 225.35, 217.07 y 199.02 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón y los reemplazos de 3, 5 y 7% de PET respectivamente, representando un decrecimiento de hasta 18%, además consiguieron resultados de resistencia a flexión de 39.31 kg/cm<sup>2</sup> para el patrón y 30.27, 29.29 y 26.65 kg/cm<sup>2</sup> reemplazando 3, 5 y 7% de PET.

Becerra [35] en su estudio “Reciclado de residuos plásticos PET en dosificación de mezclas de concreto para mitigar su impacto ambiental en la ciudad de Tacna”; tuvo por finalidad demostrar si es factible reemplazar porcentajes de plásticos PET por agregados en mezclas de concreto, con la finalidad de disminuir el impacto ambiental en Tacna; como metodología su investigación presenta 3 tipos de diseños, descriptiva, cuasi experimental y prospectiva. En el desarrollo, el autor elaboró las mezclas de concreto con f’c de diseño 100 kg/cm<sup>2</sup> usando dosificaciones de reemplazo de 5%, 10% y 15% de PET en diseños preliminares, y de 8%, 10% y 12% de PET para los diseños definitivos, el PET fue usado

en escamas de tamaño promedio de 3/8" por la arena y ensayado a los 28 días. Del estudio se evidencia una relación inversamente proporcional, a mayor contenido de PET en el concreto, menor es la resistencia mecánica del concreto, pero cumpliendo los estándares normativos del RNE, asimismo el autor concluye que los residuos plásticos PET son aptos como mampostería en construcción, disminuyendo el impacto ambiental negativo que causa los residuos de PET.

Agip y Bustamante [36] en su tesis titulada "Influencia del uso de fibras PET recicladas en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, Chiclayo 2022" su propósito fue determinar la prevalencia de utilizar fibras PET recicladas en las características para el concreto hidráulico convencional de 210 kg/cm<sup>2</sup>, utilizaron el enfoque de investigación cuantitativa, de tipo aplicada con diseño cuasi experimental. Su población estuvo compuesta por 72 testigos de concreto como muestra, resultado de los diseños de concreto con PET con adiciones de 1.5, 3 y 6%. Obtuvieron como resultados decrecimientos en sus propiedades mecánicas de flexión y compresión a todas las edades de rotura. Concluyendo, que el óptimo porcentaje de las fibras PET reciclada fue de 1.5%, alcanzando valores aceptables de flexión de 105% y de compresión 111.7%, valores cercanos del concreto patrón de 117% y 127.35% respectivamente, asegurando un concreto de calidad y económicamente viable.

La investigación actual se ve justificada en tres contextos diferentes: social, ambiental y económica. Socialmente, se espera que la presente investigación genere un impacto positivo en la comunidad Lambayecana, puesto que la información obtenida servirá al sector construcción local en la elaboración de concreto estructural con material PET reciclado y triturado como reemplazo de la arena, incentivando a fábricas productoras de concreto en la incorporación y fabricación de este nuevo tipo de concreto estructural en la realización de proyectos de construcción. Este estudio se ve justificada ambientalmente debido que la reutilización de material PET reciclado para elaboración de concreto estructural ayuda directamente en la disminución de la constante contaminación que

representa los residuos plásticos como los envases de plásticos PET en el medio ambiente, que generalmente estos residuos terminan siendo dispuestos en vertederos a las afueras de la ciudad. Además, al utilizar el PET como reemplazo del agregado fino, se contribuye también ambientalmente en la reducción de la sobre explotación de agregado de cantera, que generalmente se destina a la industria de la construcción civil. La justificación económica del presente estudio se ve reflejada en el reemplazo que se pretende establecer del agregado fino por PET reciclado para la fabricación de concreto, no solo así contribuyendo ambientalmente como se mencionó anteriormente, sino también de forma económica al utilizar un material de bajo coste y de reciclado, que en términos generales representa un menor costo por metro cubico de mezcla del concreto estructural convencional. La importancia del estudio se demuestra por las mismas problemáticas que se expuso anteriormente, tanto el problema de la sobre explotación de canteras de agregados para concreto y la problemática ambiental de la inmensa acumulación de residuos plásticos como el PET a lo largo de la ciudad; estas problemáticas se resuelven en gran medida con la implementación de un concreto estructural que hace uso del PET reciclado como reemplazo del agregado fino en el concreto, tratando de mantener propiedades idóneas de resistencia y trabajabilidad, y contribuyendo en la disminución de la explotación de agregado fino de cantera y la disminución de volúmenes de plásticos PET de desecho.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la incorporación parcial del tereftalato de polietileno (PET) como reemplazo en volumen de agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural?

## **1.3. Hipótesis**

La incorporación parcial del tereftalato de polietileno (PET) como reemplazo en volumen del agregado fino influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural.



## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural, incorporando parcialmente tereftalato de polietileno (PET) como reemplazo en volumen del agregado fino para concretos de resistencia  $f'c$ : 210kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$ : 280kg/cm<sup>2</sup>.

### **Objetivos específicos**

- Determinar las características geotécnicas de los agregados pétreos y las características físicas del tereftalato de polietileno (PET).
- Elaborar los diseños de mezcla convencionales y los diseños de mezcla experimentales, incorporando parcialmente PET en dosificaciones de 2%, 4%, 6% y 8% como agregado fino, para concretos de resistencias  $f'c$ : 210kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$ : 280kg/cm<sup>2</sup>.
- Comparar las propiedades físicas del concreto, entre los diseños convencionales y los diseños experimentales de concreto que incorporan PET parcialmente como agregado fino.
- Comparar las propiedades mecánicas del concreto, entre los diseños convencionales y los diseños experimentales de concreto que incorporan PET parcialmente como agregado fino.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **1.5.1. Concreto estructural**

Es un material compuesto por cemento portland, agua, áridos y aire en una proporción adecuada, lo que permite obtener elementos que satisfacen características como durabilidad y resistencia mecánica. El cemento y el agua generan una reacción química para formar un material heterogéneo. En ocasiones se agregan ciertos aditivos para mejorar o modificar ciertas características del concreto [37]

La resistencia mínima para ser considerado como concreto estructural, no debe ser

menor de 17MPa según la NORMA E.060 [38]. Los requisitos de  $f_c$  deben basarse en las probetas cilíndricas, fabricadas, ensayadas de acuerdo con el ASTM C172, para la fabricación y curado en laboratorio acorde a la ASTM C31M y ensayadas según la norma ASTM C39M.

## **1.5.2. Componentes del concreto**

### **1.5.2.1. Cemento**

Defido como un aglutinante hidráulico que se consigue por la pulverización del Clinker (silicato de calcio hidráulico) y durante la molienda se adiciona sulfato de calcio y piedra caliza [39]; se especifican los requisitos que deben reunir los 6 tipos de cemento portland:

- Tipo I, no presenta propiedades exclusivas y se utiliza para usos generales.
- Tipo II, de resistencia moderada a los sulfatos y se utiliza para usos generales.
- Tipo II – MH, de resistencia moderada a los sulfatos y calor moderado a la hidratación, y se utiliza para usos generales
- Tipo III, requerido en elementos de elevada resistencia
- Tipo IV, requerido para calor a la hidratación bajo
- Tipo V, requerido en elementos de elevada resistencia a sulfatos

### **1.5.2.2. Agregados**

Según normativas, se define a los áridos para el concreto como un conglomerado de partículas obtenidas por medios naturales o artificiales, sus medidas y características son fijadas en esta norma [40].

Así mismo Abanto [37] señala que, lo importante es que el agregado tenga resistencia adecuada, durabilidad, y su área superficial debe estar sin presencia de impurezas (materia orgánica, lodos, limos) para no debilitar la unión con la pasta cementante.

## **A. Características físicas de los agregados**

- **Granulometría del agregado fino**

Definido como la distribución del tamaño de partículas de la arena, las mallas estándar utilizadas son: N°4, 8, 16, 30, 50 y la 100 [37]

Además, la NTP 400.037 [40] señala que, el agregado fino pasa por la criba de 3/8" y retenida por la criba N°200, además no debe exceder más del 45% de contenido entre dos tamices consecutivos, y se debe tener en cuenta al elaborar concreto que el agregado fino no presente deficiencias en el tamiz N°50 y N°100, dado que pueden presentar problemas de trabajabilidad, excesiva exudación o bombeo pudiendo subsanarse adicionando cemento y aditivo, también se debe tener en cuenta los límites de la gradación establecido en esta norma.

- **Granulometría del agregado grueso**

La especificación granulométrica para la piedra debe clasificarse dentro de los límites normativos señalados en NTP400.037 o ASTM C33 [37].

Así mismo la NTP 400.037 [40] señala que, el árido grueso tendrá que cumplir las exigencias establecidas en esta norma, referidas a los límites de impurezas para este árido. Para estructuras que superen el  $f_c$  de  $280\text{kg/cm}^2$ , el índice de espesor para la piedra chancada no de exceder de 50 cuando se trata de agregados naturales y 35 cuando es grava triturada, además deberá cumplir con las siguientes especificaciones, las resistencias mecánicas para agregados gruesos por el método de los Ángeles no deberán ser superior al 50% y para el valor de impacto del agregado no deberá superar el 30%.

- **Tamaño máximo**

Definido, como la muestra de árido grueso que pasa por la menor criba [40], además, se establece que la máxima dimensión de agregado está determinada por la ranura del tamiz inmediato superior en la que es retenida el 15% o más, cuando se tamiza el árido más grueso [37].

- **Tamaño máximo nominal**

El tamaño máximo nominal (TMN) corresponde a la malla más pequeña de la serie

utilizada, que genera el 1er retenido entre el 5% y el 10% [40].

- **Módulo de fineza**

Según Abanto [37], lo considera como un indicador próximo al tamaño promedio de áridos, si el indicador es bajo significa que es árido fino, de lo contrario será considerado árido grueso, y el módulo de finura no diferencia el tamaño de las partículas.

Además, se puntualiza que la arena con módulo de fineza entre 2.2 a 2.8 pueden producir concreto de trabajabilidad adecuada, segregación reducida y arenas comprendidas entre 2.8 a 3.1 son las adecuadas para elaborar composites de elevada resistencia [37]; también según la NTP 400.037 [40] señala que el módulo de finura para arena está comprendido entre 2.3 y 3.1.

Para determinar el módulo de fineza del agregado grueso, es usado con menos frecuencia y se calcula usando el mismo criterio que se utilizó para la arena, es decir sumando los porcentajes acumulados que se encuentran retenidos en las mallas de serie normalizadas correspondiente, luego la suma se divide entre 100 [41].

**Fórmula 1.**

*Módulo de fineza del agregado.*

$$M.F = \frac{\sum \% Ret. Acum (11/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

- **Peso específico**

Con el concepto de peso específico aparente se establece la cantidad de agregados que se requieren por volumen unitario de la mezcla, puesto que los poros internos de las partículas del agregado ocuparán cierto volumen dentro del concreto, y además el agua alojada en los poros saturados no forma parte del agua para mezclas de concreto que al ser combinados con cemento producen pasta lubricante de los áridos cuando la mezcla está en estado plástico. Por lo tanto, se define al peso específico aparente, como la proporción de la masa y el volumen ocupado por las partículas del material, incluido todos sus poros saturables e insaturables, cuyo valor varía entre 2.3 y 2.8 g/cm<sup>3</sup>, según el grupo

o tipo de roca de origen a la que pertenecen los agregados pétreos [41].

- **Contenido de humedad**

Definido como la cantidad de agua natural que posee el agregado, determinado y expresado en porcentaje [41].

**Fórmula 2.**

*Contenido humedad del agregado.*

$$C.H = \frac{P.A.H - P.A.S}{P.A.S} \times 100$$

Donde:

- C.H: Contenido de humedad
- P.A.H: Peso de agregado húmedo
- P.A.S: Peso de agregado seco

- **Absorción**

Es definido como la cantidad de agua requerida para que el agregado cambie de estado, es decir de seco a saturado superficialmente seco, y se expresa como porcentaje [37].

**Fórmula 3.**

*Porcentaje absorción.*

$$\% A. = \frac{P.S.S.S - P.A.S}{P.A.S} \times 100$$

Donde:

- % A.: porcentaje absorción
- P.S.S.S peso de agregado saturado superficialmente seco
- P.A.S peso de agregado seco

### **1.5.2.3. Agua**

Según Abanto [37], es un elemento de gran importancia para la producción de diseños

de mezcla vinculados con la manejabilidad, propiedades de resistencia y del concreto en estado endurecido. Las especificaciones que se cumplirán son:

- Para preparar concreto debe utilizarse agua limpia y libre de sustancias dañinas como aceite, sal, ácido, álcali, materiales orgánicos, etc.
- La prueba de resistencia compresiva también debe realizarse de 7 a 28 días, las probetas se preparan con agua pura o agua potabilizada y agua con calidad a ser evaluada, y considerando a aquellas muestras con una resistencia a la compresión mayor o igual al 90% son satisfactorias.

### **1.5.3. Propiedades del concreto estructural**

#### **1.5.3.1. Características físicas del concreto fresco**

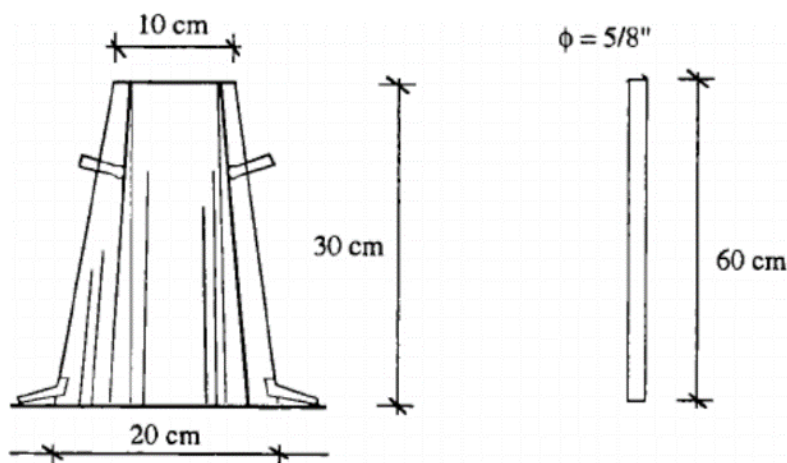
- **Trabajabilidad**

Es la facilidad del concreto para mezclar, colocar, compactar y dar un acabado a la mezcla sin segregación ni exudación [37], así mismo señala que los factores que afectan la trabajabilidad son:

- La cantidad de agua presente en la mezcla, cuanto más sea su cantidad, la mezcla de concreto tendrá mejor manejabilidad, pero cuanto más sea la relación a/c, menos será su resistencia compresiva.
- Dosificación de agregados, cuanto más sea la cuantía de árido fino grueso, más será la manejabilidad, necesitará más agua para la mezcla, lo que reduce la resistencia compresiva.
- La cantidad de aglomerante, manejabilidad de la mezcla, incrementa con el contenido de aglomerante y su finura
- Los aditivos plastificantes pueden mejorar la trabajabilidad de la mezcla.
- Forma, tamaño y textura de la superficie de los agregados, afectan la forma de como fluirán en la mezcla, volviéndose más difíciles de manejar.

Ensayo: Este método de ensayo es adecuado para hormigones plásticos que

contienen áridos gruesos con un tamaño que no exceda los 37,5 mm, si el agregado es más grande, se utiliza el método, cuando la prueba se efectúa con la parte del concreto que pasa la criba de 37,5mm, eliminando los agregados más grandes. Además, el molde deberá ser rígido para que pueda contener las tolerancias y dimensiones especificadas para resistir el impacto, el espesor promedio del molde de metal debe ser de 1,5 mm, con forma de cono trunco, y el diámetro de la base inferior es de 20cm, el diámetro de la base superior es de 10cm y su peralte es de 30cm [42]; y para compactar el composite cementante es necesario una vara lisa cuyo diámetro es de 5/8 de pulgada, con una longitud de 60cm y con punta semiesférica [37].

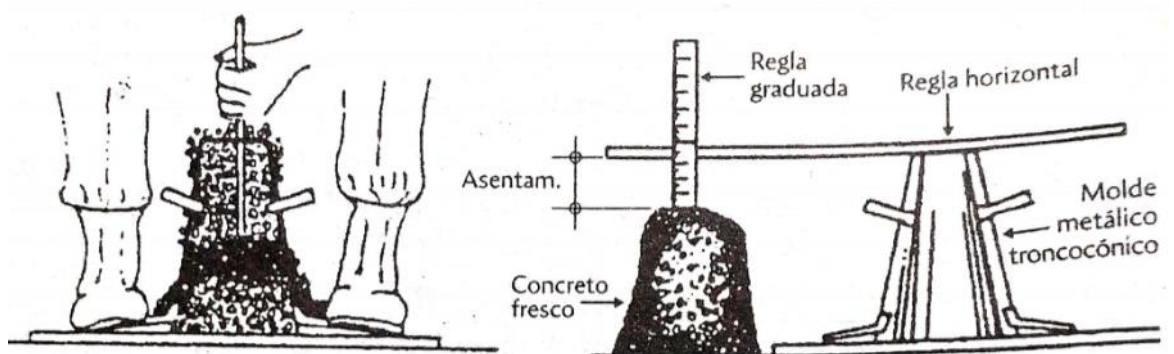


**Fig. 1.** Equipo para prueba de asentamiento en el concreto.

**Nota.** Obtenido de [37].

Procedimiento del ensayo: Mojar el molde y ponerlo encima de un área humedecida, plana y rígida, durante el proceso de llenado pisar firmemente las aletas para mantener limpia la periferia, el molde se lleva vertiendo concreto en 3 capas hasta 1/3 de su volumen, y con la varilla aplicar 25 golpes a cada capa para compactarla, distribuyendo uniformemente la mezcla en la sección transversal. Antes de compactar la última capa, llenar el molde y luego nivelar y enrasar haciendo rodar la varilla de compactación en el borde superior y retirando el exceso de concreto del molde, retirar cuidadosamente el molde del concreto en la dirección vertical, a una altura de 300mm en 5seg +/- 2seg. El

proceso desde el vaciado hasta el retiro del molde se realizará de manera continua, y el tiempo no excederá de 2 min y 30 segundos [42].



**Fig. 2.** Procedimiento para calcular el asentamiento del concreto.

**Nota.** Obtenido de [37].

- **Segregación.**

Se refiere a la separación de distintos componentes del concreto fresco, durante el transporte y la colocación, las partículas de mayor dimensión como los agregados gruesos suelen depositarse en la base de la mezcla de concreto, mientras que las partículas finas suben a la superficie, reduciendo la durabilidad y la resistencia compresiva del hormigón.

Así mismo, los elementos que afectan la segregación del concreto son [37]:

- Falta de cuantía del cemento en el concreto.
- Excedencia de H<sub>2</sub>O.
- Agregado fino insuficiente
- Excedencia de árido grueso en la mezcla
- Transporte inadecuado
- Caída del concreto con altura superior a medio metro
- Vibración no controlada (excesiva)

Además, Pacheco [43] señala que la segregación “suele ser ocasionada debido a la mala distribución granulométrica, diferencia en tamaño de partículas, mal mezclado”.

- **Temperatura**

Esta afectará todas las propiedades del hormigón en su estado plástico, como el



contenido de aire y en especial al asentamiento, por tanto, aunque no existe un método estandarizado para medirlo, es muy conveniente verificarlo, sin embargo, utilizando termómetro cuya precisión  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  será suficiente, además menciona que las normas establecen que la temperatura promedio de las mezclas en climas cálidos oscila entre  $10^{\circ}$  y  $29^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo, debido a la rapidez de hidratación y endurecimiento del cemento, la temperatura máxima establecida es de  $32^{\circ}\text{C}$ , pues a temperaturas más altas se producirá hidratación más rápida pero menos eficiente, acelerando así la solidificación (fraguado), obteniendo una estructura física pobre y menos uniforme [41]. De igual manera en el RNE se menciona que, una vez colocada la mezcla de concreto, la temperatura no deberá ser demasiado alta evitando problemas como la pérdida de revenimiento, juntas frías o fraguado rápido, además no debe superar los  $32^{\circ}\text{C}$ , si este valor es superado durante el proceso de hidratación, se deben tomar medidas para proteger el concreto, y se debe tener la aprobación del supervisor [38].

- **Peso Unitario**

Se utiliza un molde rígido, donde las medidas de este corresponden según el T.M del agregado. La mezcla es colocada en tres capas con similares espesores en el interior del molde, compactar con la varilla de acero de punta redondeada, 25 golpes en toda el área de cada una de las capas de concreto. Terminado el proceso anterior, el peso unitario se determina de la relación del peso del concreto y el volumen del recipiente y es expresado en  $\text{kg}/\text{m}^3$  [44].

- **Contenido de aire**

El contenido aire o la cantidad de aire atrapado del concreto fresco es determinado por diferentes métodos de ensayos. El método por presión, basado en la ley de Boyle, donde se relaciona la presión de aire con el volumen de concreto. El método volumétrico, donde por medio de la agitación de la mezcla concreto dentro de un excedente de agua, es removido el aire de un volumen de concreto previsto anteriormente, este método inclusive puede ser usado en concretos de peso ligero. Y, por último, el método

gravimétrico, la cual se obtiene de la sustracción de la densidad teórica (conseguida a partir de los volúmenes absolutos de los materiales del concreto) con la densidad obtenida por medio de prueba de laboratorio, y esta es expresada en porcentaje respecto a la densidad teórica [45].

### **1.5.3.2. Características mecánicas del concreto endurecido**

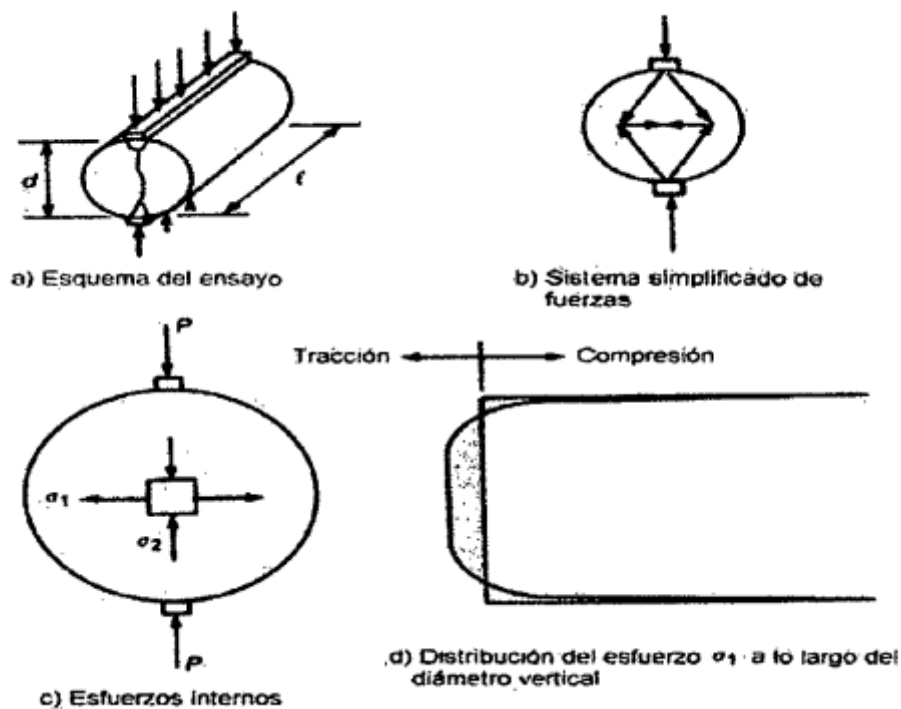
- **Resistencia compresiva**

Esta prueba se encuentra reglamentado por la por la NTP 339.034, y determina la resistencia de probetas cilíndricas, cuando son sometidos a cargas axiales continuas y uniformes [46].

Procedimiento: Se utilizarán moldes cilíndricos de diámetro y longitud a razón de 15 y 30 cm respectivamente, las paredes de los moldes deben untarse con aceite y luego llenar de concreto hasta un tercio de su altura y compactar con una varilla de acero (con longitud de 600mm y diámetro de 16mm) realizando 25 golpes verticales y la profundidad de penetración no debe superar los 25mm, posterior a ello repetir el procedimiento en las dos capas siguientes, en el tercio último se colocará la mezcla excedente y luego se enraza con regla en la parte superior del amoldante, logrando un área superficial plana, lisa y ortogonal a la generatriz del cilindro [47]. Inmediatamente después de retirar las probetas del almacenaje húmedo se debe realizar el ensayo o prueba de compresión, los especímenes deben ser protegidos por cualquier método de la pérdida de humedad durante la etapa de transición entre el almacenamiento y la prueba de rotura [46].

- **Resistencia a tracción**

Los valores de esta resistencia son relativamente más bajas y están entre el 10% y 15% de la resistencia compresiva, y es dificultoso para cuantificarla por ensayos directos, es por ello que se utiliza un método indirecto, también llamado ensayo de compresión diametral [48]. Este último consiste en cargar a compresión la probeta cilíndrica estándar a lo largo de 2 líneas axiales opuestas hasta que alcancen la rotura tal como se describe en la NTP 339.084 [49], la ejecución del ensayo se visualiza en la fig. 3.



**Fig. 3.** Esquema de ensayo de compresión diametral o resistencia a la tracción.

**Nota.** Obtenido de [48].

- **Resistencia a flexión**

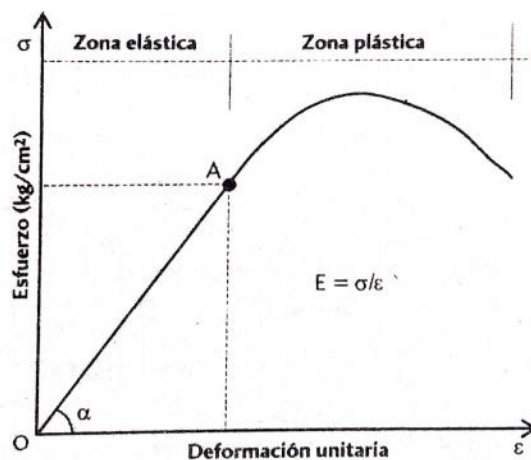
Determina el módulo de rotura del concreto de vigas simplemente apoyadas, formadas por hormigón, o de vigas cortadas extraídas del mismo material en estado sólido, ensayados con cargas a los tercios de la luz, según la NTP 339.078 [50].

Procedimiento: Los ensayos serán aplicables a probetas prismáticas y vigas, la viga entre apoyos tendrá una luz libre de 3 veces la altura con tolerancia de 2%, las superficies de cada viga serán lisas, libres de protuberancias, costras, vacíos, o marcas para su identificación. Las pruebas se realizarán luego de retirarlas de la cámara de curado según tiempos establecidos para las pruebas, colocar el espécimen en la máquina de prueba y aplicar la carga en los tercios de la luz de viga, entre 3 y 6% de la carga máxima establecida, verificando que la muestra este nivelada con respecto a sus apoyos de la máquina de rotura con medidores laminares de 0.10 y 0.40mm, si no hubiera un contacto uniforme será necesario lijar, refrentar o colocar tiras de cuero para eliminar diferencias mayores a

0.10mm, se aplicará la carga con velocidad que produzca el incremento de esfuerzo en la fibra externa, con un rango de 0.9 y 1.2Mpa/min. Luego del ensayo registrar las mediciones de acuerdo a una cara fracturada, medir las dimensiones (largo y ancho) conforme fue orientada la probeta, realizar una medición en cada borde y en la parte central, la medición se realizará tres veces y se establecerá un promedio [50].

- **Módulo de elasticidad**

Se encuentra definida por la siguiente expresión  $E = \text{esfuerzo}/\text{deformación}$ , además refiere que el concreto cuando se encuentra en estado endurecido y ha sido sometido a cargas moderadas, entonces la curva esfuerzo-deformación supone un comportamiento lineal en el rango elástico, y puede extenderse de 0% hasta el 40 y/o 45% de la resistencia compresiva del concreto; el procedimiento más común para calcular el módulo de elasticidad es aplicando cargas incrementales a una muestra de concreto, obteniendo el gráfico esfuerzo/deformación, para luego calcular el valor de la inclinación de la recta [37].



**Fig. 4.** Diagrama de esfuerzo y deformación del concreto.

**Nota.** Obtenido de [37].

El módulo elástico del concreto depende de muchos factores, un aumento en la relación a/c incrementará la porosidad de la pasta de cemento reduciendo así el módulo elástico del concreto, por otro lado, el módulo elástico de los agregados de peso normal varía de 1,5 a 5 veces del módulo elástico de la pasta de cemento, por lo tanto, la cantidad y tipo de árido en la mezcla influyen de manera significativa en el valor  $E_c$  [48].

#### **1.5.4. Diseño de mezcla.**

Para la determinación de un adecuado diseño se debe tener en cuenta sus características considerándose: el uso que se le va a dar al concreto (estructural, pavimentación, alta resistencia, etc.), las condiciones de exposición (iones cloruro, el entorno), forma y tamaño de los componentes, propiedades físico- mecánicas del concreto, estableciendo la proporción del diseño de mezcla a partir de los datos de campo y los alcanzados en laboratorio, presentando cualidades como la trabajabilidad y cohesión en el concreto fresco, durabilidad, uniformidad y resistencia del concreto en estado endurecido. Para ello se debe empezar con la elección adecuada de la relación a/c, selección y cantidades óptimas de los materiales, de tal manera que el concreto logre alcanzar sus cualidades físicas y mecánicas requeridas [45].

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto [51] señala que la norma ACI-211.1 establece el procedimiento de diseño en los siguientes pasos:

- Determinar el asentamiento.
- Elección de la dimensión máxima de árido grueso.
- Determinación del porcentaje de agua y cantidad de vacíos en la mezcla
- Relación de a/c
- Cantidad de cemento
- Determinación de la cantidad de piedra y arena
- Ajuste por humedad de los agregados
- Ajustes en mezclas de concreto patrón.

#### **1.5.5. PET**

##### **1.5.1.1. Definición**

Es un polímero obtenido mediante el reciclaje de botellas de plástico, y tiene las siguientes características: peso ligero, alta resistencia compresiva, mecánica, resistencia a los ácidos, resistencia a los álcalis, alta transparencia y brillo [52].

Agregado fino de plástico PET: Las botellas de plástico para bebidas se pueden clasificar como tereftalato de polietileno (PET). Las botellas de desecho se pueden obtener debido a su amplia disponibilidad y se pueden recolectar con facilidad de hogares, vertederos y de áreas de eliminación. El PET es un tipo de plástico transparente y resistente con buenas propiedades mecánicas y de resistencia química [53].

#### **1.5.1.2. Características del PET**

El PET exhibe las siguientes características, y en base a ello se puede decir que el PET es posible de ser usado como material alternativo en mezclas de concreto [52]:

- Alta resistencia al desgaste
- Adecuada resistencia a los agentes químicos
- Buen comportamiento térmico, etc.

Así mismo Muñoz [54] menciona como propiedades físicas del PET a:

- Impermeabilidad
- Densidad: afecta al peso, el rango de densidades de PET amorfo oscila entre 1.33 a 1.37g/cm<sup>3</sup>, el rango de densidad del PET cristalino oscila entre 1.45 a 1.51g/cm<sup>3</sup>, y la densidad aparente del PET es de 0.85g/cm<sup>3</sup>.
- La absorción del agua del PET en 24hr es inferior al 0.7%, según ASTM es de 0.16%, y la absorción del agua al equilibrio es de 0.1%.

#### **1.5.1.3. Ventajas del PET**

Mendoza y Zanabria [31] menciona como ventajas del PET a:

- Fácil de reciclar y reutilizar.
- La baja densidad del plástico, siendo óptimo para usarlo en la construcción y elaborar concreto liviano.
- El plástico es un material resistente a diversos factores medio ambientales y físicos.
- Bajo costo de obtención puesto que, en los últimos cinco años, el precio del PET

ha disminuido en comparación a otros polímeros.

- Fácil de reciclar y reutilizar.

#### **1.5.1.4. Desventajas del PET**

Mendoza y Zanabria [31] menciona como desventajas del PET a:

- A altas temperaturas pueden llegar a sufrir graves daños, específicamente a temperaturas mayores a 70°
- Material de baja biodegradación
- Elevada contaminación ambiental
- Limitados centros de acopio y recolección

#### **1.5.1.5. Reciclaje del PET**

Debido a la propiedad no degradable de los materiales plásticos en entornos naturales, se han generado y acumulado cantidades considerables de desechos plásticos [29, 55]. Por lo cual su reciclaje se ha vuelto un proceso constante para tratar de reducir la gran cantidad de desechos plásticos que genera una indeseable contaminación ambiental [56], los procesos más conocidos de reciclaje de PET son:

- Reciclaje mecánico: recopilación más económica que la química, e incluye el acopio, la clasificación de envases, lavado, trituración o extracción de polímeros. De esta forma se obtienen hojuelas, que se utilizan para obtener nuevos materiales por efecto del calor, e igualmente, estas hojuelas podrían ser utilizadas en la elaboración de concreto porque pueden sustituir el porcentaje de árido [57].
- Reciclaje químico: implica triturar los plásticos en varias fracciones, que luego se pueden utilizar para convertirlos en productos químicos [31].
- Recuperación de energía: materiales muy caros de reciclar y pueden ser ambientalmente viables porque generalmente se queman en condiciones controladas, lo que nos proporciona energía [31].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

El estudio actual posee un enfoque cuantitativo, puesto que para su desarrollo es necesario medir y estimar las magnitudes de los sucesos o problemáticas del estudio, mediante un conjunto de procesos consecutivos y probatorios [58]; asimismo se afirma que este estudio es de tipo aplicada – tecnológica, porque se exhiben nuevos productos, procedimientos o métodos a fin de resolver las problemáticas de la investigación, y estos son valorados de acuerdo a su utilidad y eficiencia [59].

El diseño fue experimental, porque para poder obtener resultados, las variables han sido manipuladas. Es decir, los materiales fueron expuestos a ciertas condiciones para que se puedan observar sus reacciones y registrarlas, tratando de demostrar la validez o no de la hipótesis formulada [60]. En este caso, se realizaron pruebas de vigas y probetas a diseños de mezcla con agregados de PET para determinar sus resistencias mecánicas.

De manera que, en la presente investigación se tienen dos grupos de estudios: grupo de control, referido al grupo que contiene las pruebas al concreto de diseño de mezcla convencional; y el grupo experimental, donde se encuentran las pruebas a los concretos experimentales resultantes de los diseños de mezcla con incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de PET como reemplazo del árido fino, subsiguientemente compararlas. El diseño experimental descrito califica como cuasiexperimental debido que se presentan grupos de control donde se encuentran las muestras de concreto sin presencia de PET, y un grupo experimental para las muestras de concreto con PET reciclado, donde se miden las causas y efectos de la variable independiente en la variable dependiente [61].

A continuación, se muestra el esquema del diseño experimental seguido en la investigación:

$$\begin{aligned} X &\rightarrow Y \\ M_0 &\rightsquigarrow Px_0 \rightsquigarrow Ox_0 \\ M_1 &\rightsquigarrow Px_1 \rightsquigarrow Ox_1 \\ M_2 &\rightsquigarrow Px_2 \rightsquigarrow Ox_2 \end{aligned}$$



$$M_3 \rightsquigarrow Px_3 \rightsquigarrow Ox_3$$

$$M_4 \rightsquigarrow Px_4 \rightsquigarrow Ox_4$$

Donde:

$M_{0-4}$ : Muestras para las pruebas

$P_{x_0}$ : Pruebas experimentales, sin PET

$P_{x_1}$ : Prueba experimental, 2% de PET

$P_{x_2}$ : Prueba experimental, 4% de PET

$P_{x_3}$ : Prueba experimental, 6% de PET

$P_{x_4}$ : Prueba experimental, 8% de PET

$O_{x_0-4}$ : Observación de resultados.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

Se presentan dos tipos de variables en la investigación, variable independiente: Tereftalato de polietileno (PET) reciclado, y la variable dependiente: Propiedades del concreto estructural. La operacionalización de las variables, dependiente e independiente se detallan en las tablas I y II respectivamente.

**Tabla I.**

*Operacionalización de la variable independiente.*

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable
Tereftalato de polietileno (PET) reciclado	Es un polímero obtenido mediante el reciclaje de botellas de plástico, y tiene las siguientes características: peso ligero, alta resistencia compresiva, mecánica, resistencia a los ácidos, resistencia a los álcalis, alta transparencia y brillo [52]	La incorporación del PET reciclado como reemplazo del agregado fino en el concreto, se realizó en porcentajes respecto al volumen de este, para ambos tipos de diseños de mezcla de resistencia objetiva f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> .	Características físicas	Granulometría	Observación	Adimensional	Numérica
				Peso específico		gr/cm <sup>3</sup>	
				Peso unitario suelto y compactado		Kg/m <sup>3</sup>	
			Incorporación del PET reciclado	2.0	Fichas y formatos de recolección de datos	%	
				4.0	Textos normativos		
				6.0			
				8.0	Pruebas de laboratorio		
Selección de dosificación adecuada	-		%				

**Tabla II.**

*Operacionalización de la variable dependiente.*

<b>Variable de estudio</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Valores finales</b>	<b>Tipo de variable</b>
Propiedades del concreto estructural	El concreto es un material compuesto de cemento portland, áridos, agua y aire en una proporción adecuada, lo que permite obtener elementos que satisfacen características como durabilidad y resistencia mecánica [37].	La evaluación del concreto estructural se da por medio de pruebas de laboratorio, tanto físicas como mecánicas, con el fin de establecer su calidad y resistencia para su uso en la construcción de obras estructurales.	Características geotécnicas de los agregados	Granulometría	Observación Análisis de documentos Fichas y formatos de recolección de datos Textos normativos Pruebas de laboratorio	Adimensional	Numérica
				Contenido de humedad		%	
				Peso específico		gr/cm <sup>3</sup>	
				Absorción		%	
				Peso unitario suelto y compactado		Kg/m <sup>3</sup>	
				Asentamiento		Pulg.	
				Temperatura		°C	
			Aire atrapado	%			
			Peso unitario	Kg/m <sup>3</sup>			
			Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	Kg/cm <sup>2</sup>		
				Resistencia a tracción	Kg/cm <sup>2</sup>		
				Resistencia a flexión	MPa		
				Módulo de elasticidad	Kg/cm <sup>2</sup>		

## **2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

### **2.3.1. Población de estudio**

Como población de estudio se tuvo al concreto estructural elaborado, tanto de los diseños convencionales como de los diseños experimentales con incorporación de PET como reemplazo parcial de agregado fino; el concreto estructural se tuvo en un estado fresco y en un estado endurecido.

### **2.3.2. Muestra**

En esta investigación la muestra se encuentra establecido acorde a las pruebas mecánicas elaboradas al concreto endurecido. Para las pruebas de resistencias mecánicas se emplearon testigos cilíndricos de concreto de 150 mm de diámetro y 300 mm de longitud; y testigos prismáticos o vigas de concreto de medidas de 150 x 150 x 450 mm para las pruebas de resistencia a la flexión. La cantidad muestral se encuentra de acuerdo a las dos clases de resistencia que se elaboró  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup>, que corresponde para la nomenclatura D21-PET0 y D28-PET0 respectivamente, para los diseños de mezcla de concreto convencional (sin adición de PET). Por otra parte, los diseños experimentales con dosificaciones de 2, 4, 6 y 8% de PET le corresponde la nomenclatura D21-PETX o D28-PETX según sea el diseño convencional, donde "X" es el porcentaje de PET incorporado como reemplazo del agregado fino. Se usaron 3 testigos por prueba y edad de curado para cada prueba de laboratorio, haciendo un total de 90 testigos prismáticos y 270 testigos cilíndricos tal como se muestra detallado en el cálculo de las tablas III y IV respectivamente.

### **2.3.3. Muestreo y criterios de selección**

Como estrategia de muestreo, se utilizó una estrategia no probabilística, debido a que la selección de la cantidad de muestras fue en función al criterio del investigador, empleando el juicio de expertos; es decir que el tamaño de muestra (en este estudio, referido a la cantidad especímenes de concreto) se encuentra regido a las normativas respectivas asociadas a los ensayos de laboratorio, como son la Norma E.060 [38], y las

normas técnicas peruanas como NTP 339.034 [46], NTP 339.078 [50] y NTP 339.084 [49], en las cuáles se establece el número de especímenes de concreto necesarios para las pruebas de laboratorio.

**Tabla III.**

*Número total de testigos prismáticos.*

Diseño	Ensayos	Edad de rotura			Subtotal	Total por ensayo
		7	14	28		
D21-PET0	Flexión	3	3	3	9	45
D21-PET2		3	3	3	9	
D21-PET4		3	3	3	9	
D21-PET6		3	3	3	9	
D21-PET8		3	3	3	9	
D28-PET0		3	3	3	9	45
D28-PET2		3	3	3	9	
D28-PET4		3	3	3	9	
D28-PET6		3	3	3	9	
D28-PET8		3	3	3	9	
Total de testigos prismáticos						90

**Tabla IV.**

*Número total de testigos cilíndricos.*

Diseño	Ensayos	Edad de rotura			Subtotal	Total por ensayo
		7	14	28		
D21-PET0	Compresión axial	3	3	3	9	90
D21-PET2		3	3	3	9	
D21-PET4		3	3	3	9	
D21-PET6		3	3	3	9	
D21-PET8		3	3	3	9	
D28-PET0		3	3	3	9	
D28-PET2		3	3	3	9	
D28-PET4		3	3	3	9	
D28-PET6		3	3	3	9	
D28-PET8		3	3	3	9	
D21-PET0	Tracción Indirecta	3	3	3	9	90
D21-PET2		3	3	3	9	
D21-PET4		3	3	3	9	
D21-PET6		3	3	3	9	
D21-PET8		3	3	3	9	
D28-PET0		3	3	3	9	

D28-PET2		3	3	3	9			
D28-PET4		3	3	3	9			
D28-PET6		3	3	3	9			
D28-PET8		3	3	3	9			
D21-PET0	Módulo de elasticidad	3	3	3	9	90		
D21-PET2		3	3	3	9			
D21-PET4		3	3	3	9			
D21-PET6		3	3	3	9			
D21-PET8		3	3	3	9			
D28-PET0		3	3	3	9			
D28-PET2		3	3	3	9			
D28-PET4		3	3	3	9			
D28-PET6		3	3	3	9			
D28-PET8		3	3	3	9			
Total de testigos cilíndricos							270	

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnicas de recolección de datos

**Observación:** Ilustra un hecho o fenómeno real y tiene como elementos de observación a: el objeto de observación es quien determina las características de estudio; el observador se refiere a él o los investigadores; las circunstancias de observación están influenciados por el entorno; los medios de observación realizados por los sentidos, por instrumentos especializados de medición, procedimientos y los datos obtenidos de la observación [60]. En este estudio se utilizó la observación directa no participativa como técnica, puesto que los resultados de los ensayos de laboratorio (físicas y mecánicas) se observaron y anotaron en los formatos correspondientes de cada ensayo.

**Análisis de documentos:** Técnica que se utilizó para la compilación y consulta de documentos de interés de diferentes fuentes de información como lo son artículos científicos indexados, tesis, libros, disertaciones y normativas de acuerdo a los temas estudiados y analizados, aportando a la presente investigación el carácter científico que corresponde.

## **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Son herramientas para cuantificar aquellos resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, teniendo como requisitos fundamentales la confiabilidad y validez [61]. La actual investigación utilizó como instrumentos de recolección los formatos concernientes a cada ensayo ejecutado, siguiendo los requisitos de las Normas Técnicas Peruanas correspondientes a cada método de ensayo.

## **2.4.3. Validez y Confiabilidad**

Según Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres [61] todo instrumento para la recolección de datos debe reunir los siguientes requisitos fundamentales:

**Validez:** Es un criterio fundamental que debe alcanzar todo instrumento de investigación, permite medir la o las variables de estudio relacionadas con la problemática de investigación, planteando diversos indicadores para obtener diferentes evidencias de las variables a medir.

**Confiabilidad:** Está referida a la obtención de datos iguales determinados por un instrumento de medición al realizar pruebas repetidas al mismo objeto de estudio.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

El estudio actual empleó la estadística descriptiva para analizar los datos, debido al diseño Cuasi Experimental que presenta la investigación; elementos como gráficos y tablas procesado en el software Microsoft Excel se utilizaron para analizar los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio.

### **2.5.1. Diagrama de flujo de proceso**

En la fig. 5 se detallan los procesos seguidos en la investigación en un diagrama esquematizado, los procesos seguidos tuvieron como fin el obtener la solución a los objetivos planteados anteriormente en la investigación.

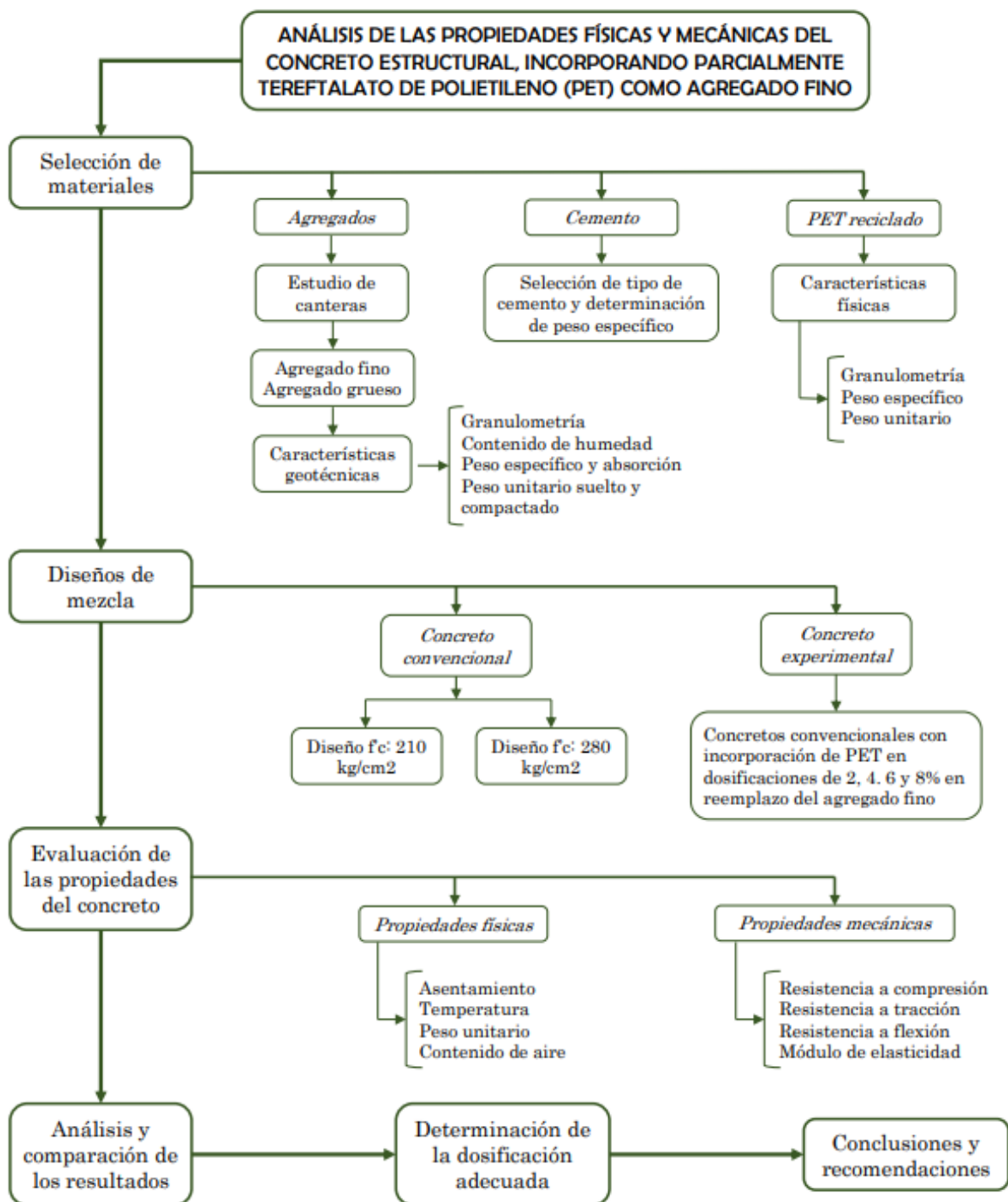


Fig. 5. Diagrama de flujo de procesos seguidos en la investigación.



## **2.6. Criterios éticos**

La presente investigación se rige bajo los lineamientos especificados en el Código de Ética en Investigación de la USS S.A.C, en particular de los artículos 5 y 6 que hablan de los principios generales y principios específicos respectivamente, donde se detalla las disposiciones a seguir para una correcta realización de la actividad de investigación científica [62]. Por otra parte, el presente documento también se rige bajo las políticas anti plagio, por lo que se confirma que todos los documentos referenciados se encuentran debidamente citados según el estilo bibliográfico IEEE.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Agregados, características geotécnicas

Con el propósito de seleccionar los materiales pétreos de mejores condiciones y que se encuentren de acuerdo a los requisitos de la normativa NTP 400.037 [40] para agregados en la elaboración de concreto, se evaluaron cuatro de las principales canteras del departamento de Lambayeque, las cuáles son:

Cantera Castro I – “Zaña”

Cantera La Victoria – “Pátapo”

Cantera Bomboncitos – “Ferreñafe”

Cantera Pacherez – “Pucalá”

##### 3.1.1.1. Granulometría

###### A. Granulometría del agregado grueso

Del método de ensayo descrito en la NTP 400.012 [63] sobre el análisis granulométrico de los agregados, se obtuvieron las siguientes gráficas donde se representan las curvas granulométricas del agregado grueso de cada cantera en estudio.

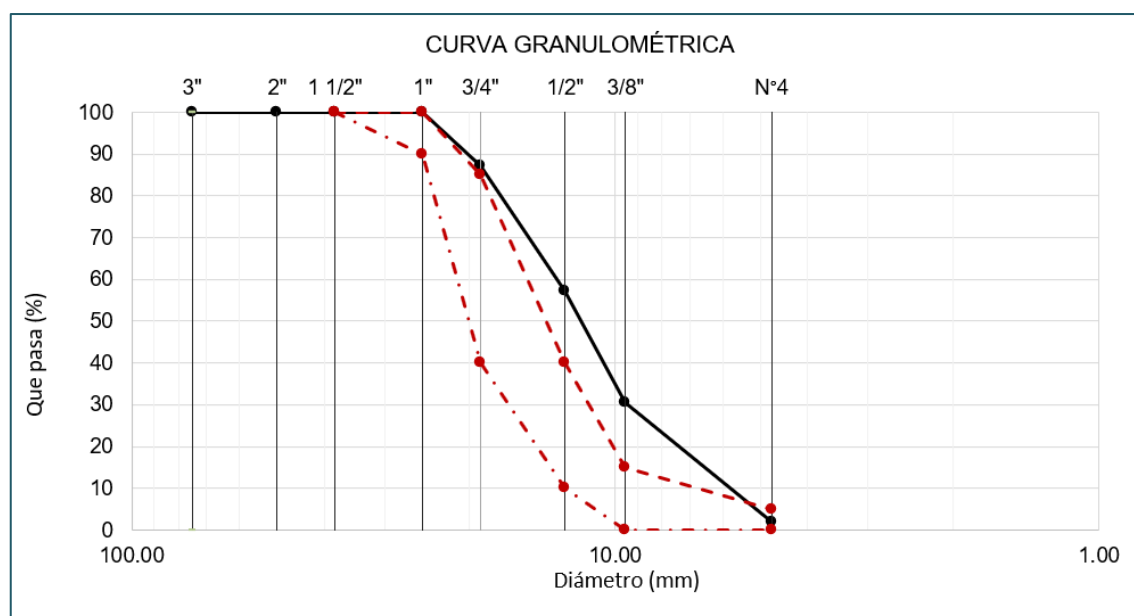
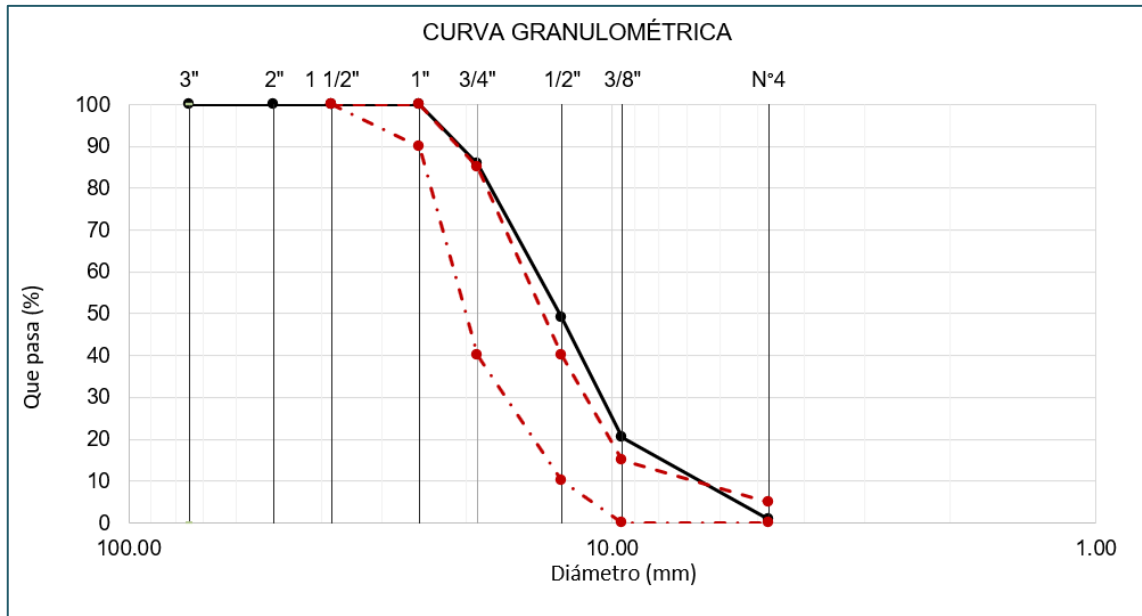
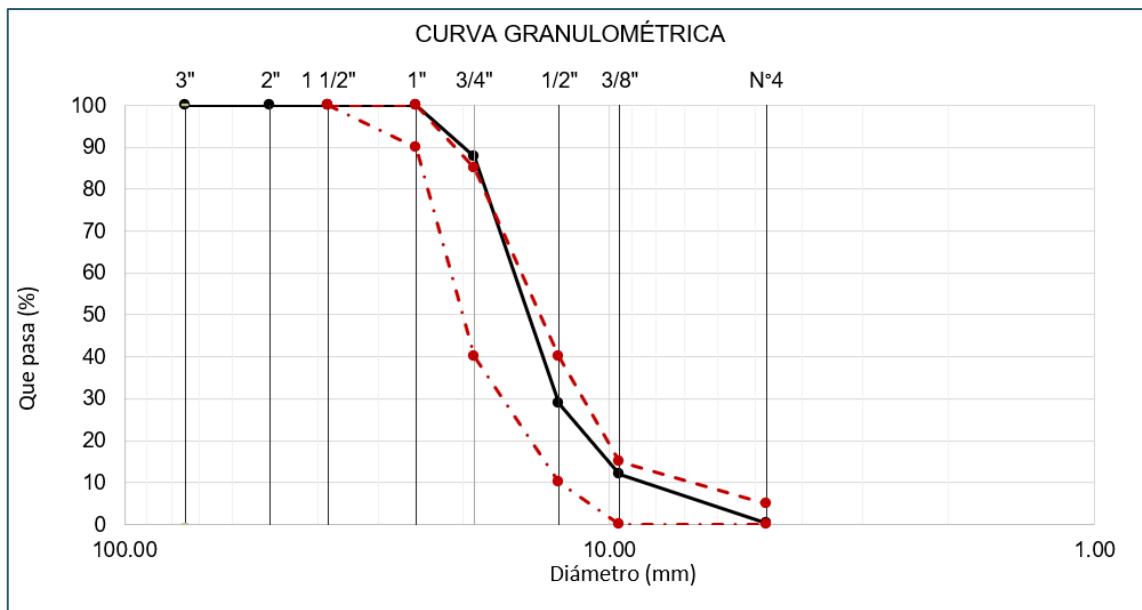


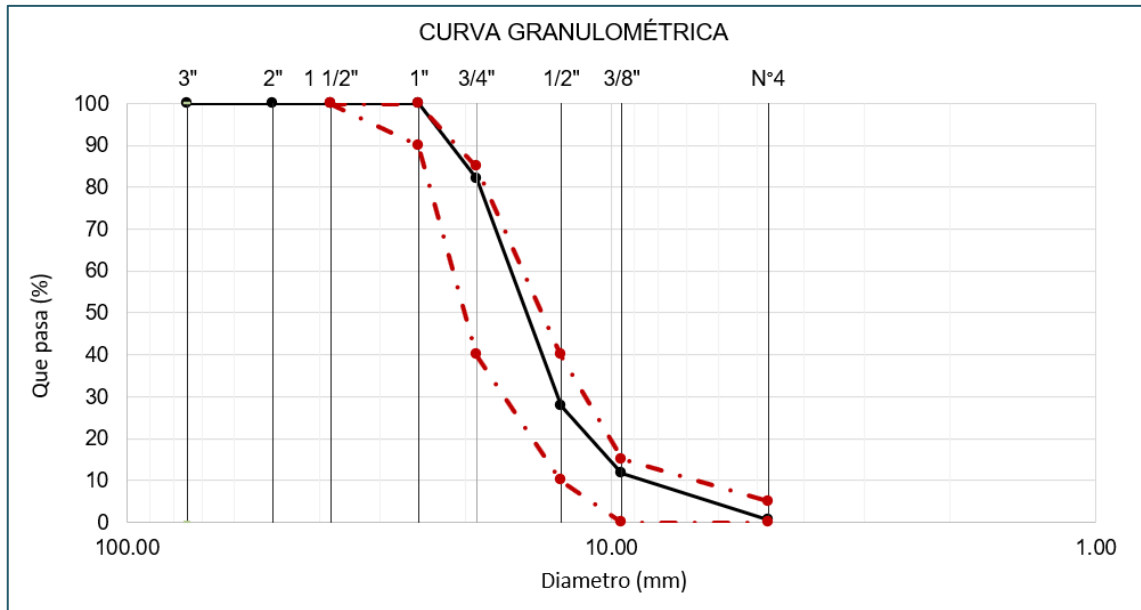
Fig. 6. Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Castro I - “Zaña”



**Fig. 7.** Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Pátapo "La Victoria"



**Fig. 8.** Curva granulométrica del agregado grueso - Bomboncitos "Ferreñafe"



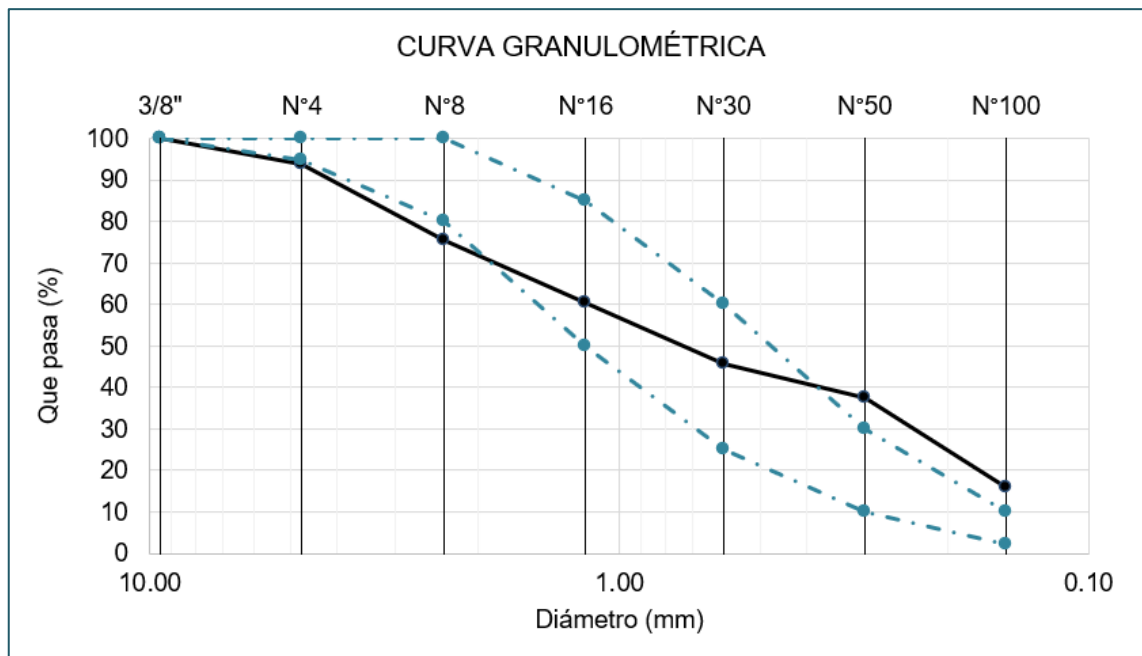
**Fig. 9.** Curva granulométrica del agregado grueso - Pacherrez "Pucalá"

En todas las gráficas de las curvas granulométricas correspondientes a los agregados gruesos se grafica con línea punteada roja, los límites normativos (superior e inferior) que establece la NTP 400.037 (2018) como gradación para el agregado grueso de tamaño máximo nominal 3/4"; como es el caso de los agregados gruesos en estudios. Estos límites, también denominados husos, se utilizaron a manera de verificación que, si la curva granulométrica se encuentra dentro de estos rangos, lo que dictamina si la gradación granulométrica es adecuada o no para la elaboración de concreto. La fig. 6 grafica la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Castro I, la cual se encuentra prácticamente en su totalidad por encima del límite superior normativo huso 56, presentando una gradación de no adecuada. El agregado grueso de la cantera La Victoria, también con TMN de 3/4", presenta una gradación similar a la cantera Castro I, puesto que su curva granulométrica resultante también se sitúa fuera del huso 56, ligeramente superando el límite superior, según como se observa en la fig. 7. La fig. 8 muestra la curva granulométrica para el agregado grueso de la Cantera Bomboncitos, la gráfica muestra que en esta cantera la curva correspondiente se ajusta los límites del huso 56, presentando una inclinación cercana al límite superior normativo. Finalmente, la curva granulométrica

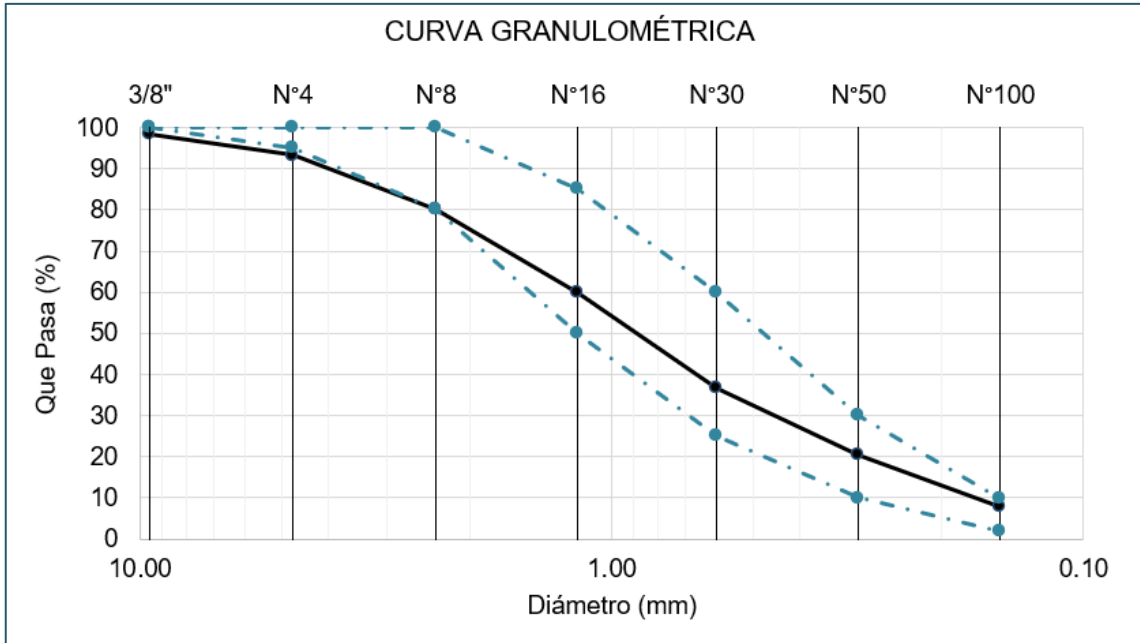
del agregado grueso de la cantera Bomboncitos se encuentra dentro de los límites del huso 56 a excepción de los valores de la malla de  $\frac{3}{4}$ " que se ubica ligeramente por encima del límite superior normativo y para el agregado grueso de la cantera Pacherez, la gráfica de su curva granulométrica se muestra en la fig. 9 y se ubica dentro de los límites del huso 56, presentando una gradación adecuada del agregado.

### B. Granulometría del agregado fino

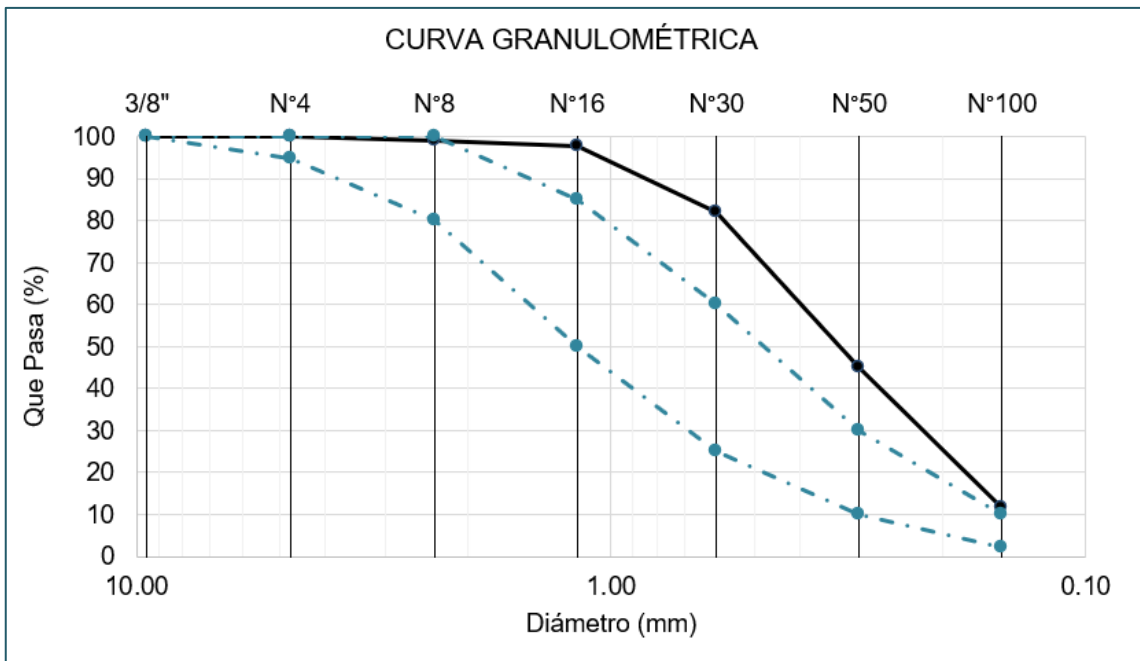
De igual manera para los agregados finos, se obtuvieron resultados de acuerdo a la NTP 400.012 [63], obteniendo los módulos de fineza de cada arena gruesa estudiada, así como sus respectivas curvas granulométricas proveniente del análisis realizado.



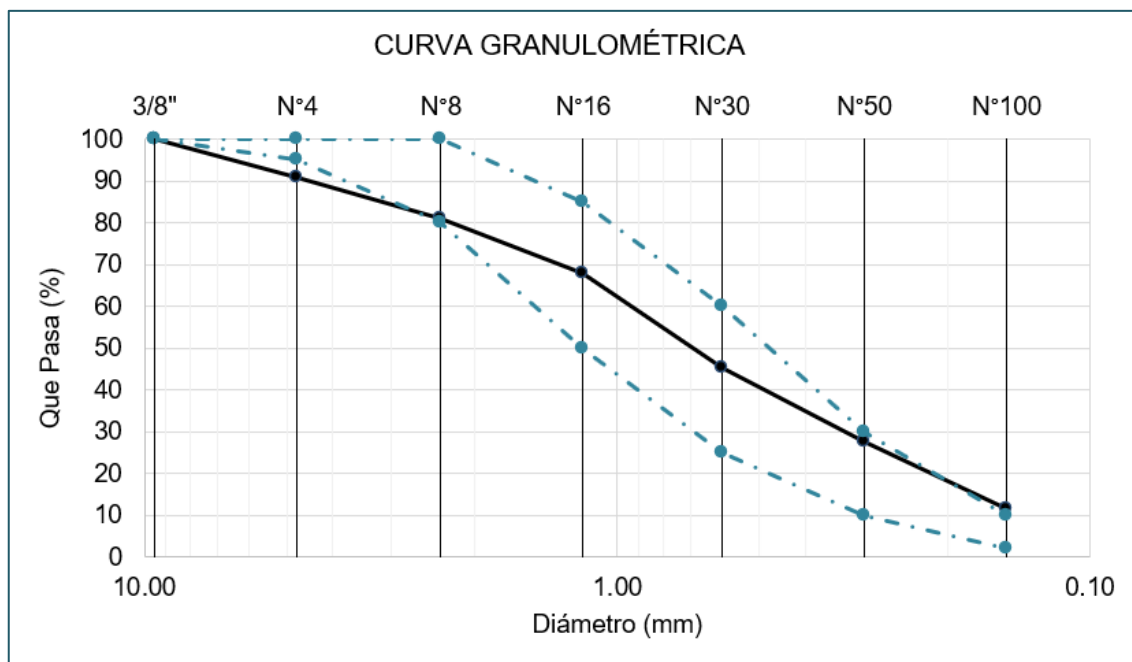
**Fig. 10.** Curva granulométrica del agregado fino - Cantera Castro I - "Zaña"



**Fig. 11.** Curva granulométrica del agregado fino - Cantera Pátapo "La Victoria"



**Fig. 12.** Curva granulométrica del agregado fino - Bomboncitos "Ferreñafe"



**Fig. 13.** Curva granulométrica del agregado grueso - Pacherrez "Pucalá".

Con línea punteada azul, los gráficos de las curvas granulométricas para los agregados finos de cada cantera, se visualiza a los límites (superior e inferior) que brinda la NTP 400.037 (2018), de igual manera que el agregado grueso, estos dictaminan si la gradación del material fino es factible para la elaboración de concreto. La fig. 10 muestra el resultado del análisis granulométrico de la arena proveniente de la cantera Castro I, con un módulo de fineza (MF) de 2.71, su curva se encuentra dentro de los límites normativos, a excepción de los porcentajes que pasan en los tamices N°50 y N°100, donde se supera el límite superior. El análisis granulométrico del material fino de la cantera La Victoria resultó en un MF de 3.03, en la fig. 11 se aprecia claramente que la curva granulométrica del material se sitúa adecuadamente dentro del rango normativo, a pesar que en los tamices 3/8" y N°4, la curva se aproxima al límite inferior. En cuanto a la curva granulométrica del material fino de la cantera Bomboncitos, se observa en la fig. 12 que la curva se encuentra en su totalidad fuera del rango normativo, sobrepasando considerablemente el límite superior, significando una mala gradación del material, que se refleja con el 1.64 resultante para su módulo de fineza. Por otra parte, en la fig. 13 donde se aprecia la curva resultante del análisis granulométrico de la arena de la cantera

Pacherrez, se aprecia que la curva se ajusta casi en su totalidad al rango normativo, teniendo un MF de 2.75.

### 3.1.1.2. Contenido de humedad y peso unitario de los agregados

Los resultados de las pruebas de laboratorio de contenido de humedad y peso unitario se encuentran sintetizados en la tabla V, tanto para el agregado fino como el agregado grueso de las canteras seleccionadas anteriormente.

**Tabla V.**

*Compendio de resultados de contenido de humedad y peso unitario de los agregados.*

Agregado	Cantera	Condición del agregado	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	Contenido de humedad
A. Fino	Castro I - Zaña	Húmedo	1699	1846	0.61%
		Seco	1689	1835	
	La Victoria - Pátapo	Húmedo	1449	1622	1.63%
		Seco	1426	1596	
	Bomboncitos - Ferreñafe	Húmedo	1387	1548	0.47%
		Seco	1381	1540	
	Pacherres - Pucalá	Húmedo	1686	1835	0.86%
		Seco	1672	1819	
A. Grueso	Castro I - Zaña	Húmedo	1382	1490	0.46%
		Seco	1375	1483	
	La Victoria - Pátapo	Húmedo	1479	1592	0.35%
		Seco	1474	1587	
	Bomboncitos - Ferreñafe	Húmedo	1396	1538	0.20%
		Seco	1393	1535	
	Pacherres - Pucalá	Húmedo	1413	1574	0.84%
		Seco	1401	1560	

Respecto al contenido de humedad de los agregados, en la tabla V se muestra que para el agregado fino varía en un rango de 0.47 a 1.63%, mientras que para el agregado grueso varía de 0.20 a 0.84%, mostrando que los agregados finos en general presentan mayor contenido de humedad que los agregados gruesos. En cuanto los pesos unitarios, tanto en condición suelta y compactada, los agregados finos presentan mayores valores; siendo el mayor peso unitario suelto húmedo de 1699 kg/m<sup>3</sup> para la cantera Castro I, mientras que el menor de 1387 kg/m<sup>3</sup> para la cantera Bomboncitos. Respecto a los



agregados gruesos, el valor más alto de peso unitario suelto húmedo fue 1479 kg/m<sup>3</sup> para la cantera La Victoria, y el menor de 1382 kg/m<sup>3</sup> de la cantera Castro I.

### 3.1.1.3. Absorción y peso específico de los agregados

La tabla VI detalla los resultados obtenidos de la prueba de absorción y peso específico por cada material granular extraído de las canteras en estudio, tanto el agregado fino como el agregado grueso.

**Tabla VI.**

*Compendio de resultados de absorción y peso específico de los agregados.*

Cantera	Absorción (%)		Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	
	A. Grueso	A. Fino	A. Grueso	A. Fino
Castro I - Zaña	1.752	0.705	2.776	2.608
La Victoria - Pátapo	1.029	1.243	2.768	2.532
Bomboncitos - Ferreñafe	1.592	1.112	2.649	2.515
Pacherres - Pucalá	1.241	0.786	2.644	2.490

De la tabla VI se destaca que los porcentajes de absorción de los agregados gruesos son superiores a los valores de los agregados finos, variando en un rango de 1.029 a 1.752%; mientras que los agregados finos, sus resultados varían en un rango de 0.705 a 0.786%. En cuanto a los pesos específicos de los agregados, se observa que los valores del agregado grueso superan a los finos por poco. Para el árido fino los pesos específicos se encuentran en un rango de 2.490 a 2.608 gr/cm<sup>3</sup>, y mientras que para el árido grueso los valores van desde 2.644 a 2.776 gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.1.1.4. Agregados seleccionados

Del estudio de las características geotécnicas de los agregados de las principales canteras de la región Lambayeque, se ha seleccionado la cantera Pacherrez para el agregado grueso y la cantera La Victoria para el agregado fino. En la tabla VII se resumen

los resultados de cada característica estudiada.

**Tabla VII.**

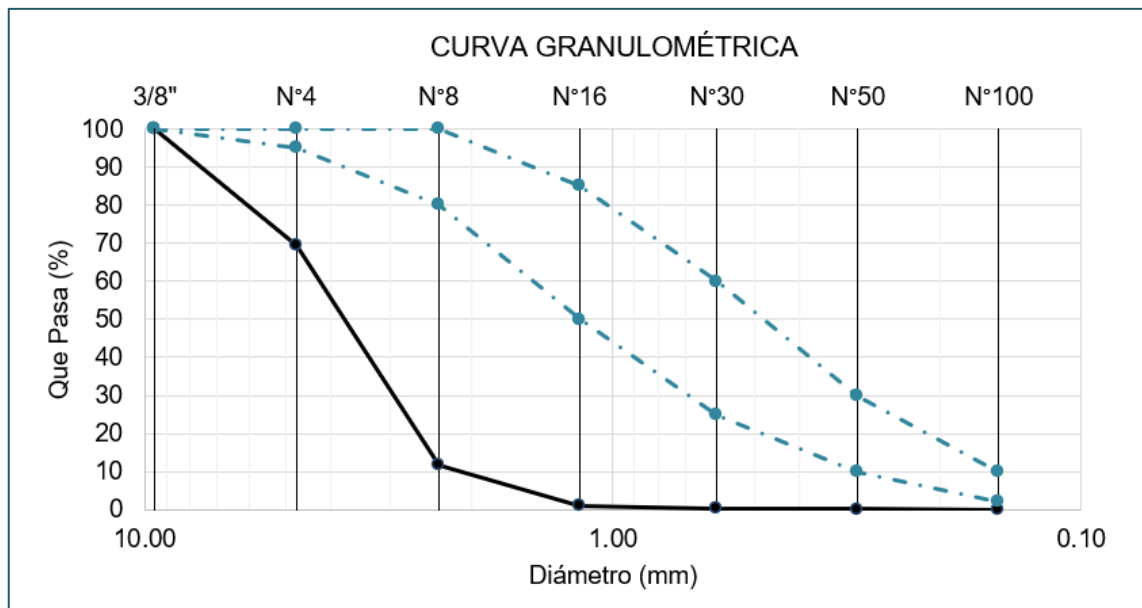
*Resumen de los resultados de las características geológicas de los agregados seleccionados.*

Característica	Agregado grueso	Agregado fino
	Pacherrez - Pucalá	La Victoria - Pátapo
Módulo de fineza	-	3.03
Tamaño máximo nominal (plg.)	3/4	-
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1413	1449
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1574	1622
Contenido de humedad (%)	0.84	1.63
Absorción (%)	1.241	1.243
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.644	2.532

El agregado grueso de la cantera Pacherrez - Pucalá fue seleccionado, debido a que su gradación se ajustaba de mejor manera al huso 56 que las otras canteras en evaluación, siendo Pacherrez y la cantera Bomboncitos las que más se adecuaban; sin embargo, se optó por Pacherrez por encontrarse ligeramente más centrado en el rango, destacando su TMN de 3/4" y valores usuales de peso unitario suelto y peso específico de 1413 kg/m<sup>3</sup> y 2.662 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. Respecto al agregado fino, la cantera La Victoria – Pátapo fue la seleccionada, debido a que su curva granulométrica resultante se ajustó en su totalidad al rango normativo de la NTP 400.037 (2018), mientras que las demás canteras su curva se escapaba fuera del rango por poco o en demasía. Otro parámetro tenido en cuenta fue su módulo de fineza, que se encontró dentro del rango de  $2.3 < MF < 3.1$  recomendado por la NTP 400.037 (2018). Los valores de sus características de peso unitario, peso específico, contenido de humedad y absorción son aceptables y usuales cuando se trata de agregado fino para concreto.

### 3.1.1.5. PET reciclado, características físicas

El PET reciclado fue obtenido mediante el reciclaje de botellas de plásticos, pasaron por un proceso de trituración de tal forma que se aseguró que el 100% del material sea de un tamaño menor a 9.53 mm (Tamiz 3/8"). La distribución granulométrica se aprecia en la fig. 14. Las características físicas del PET triturado se muestran en la tabla VIII, destacando su bajo peso unitario y peso específico en comparación al árido fino.



**Fig. 14.** Curva granulométrica del material PET reciclado.

**Tabla VIII.**

*Resultados de las características físicas del PET reciclado.*

Característica física	Resultados	
Peso Unitario Suelto	310	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	336	kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	1.389	gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	5.18	

En la fig. 14 se muestra la granulometría obtenida del material PET reciclado triturado, donde se aprecia que la curva resultante se encuentra fuera de los límites

normativos de la gradación para arena de concreto, y se observa que un 60% del material es retenido entre los tamices N°4 y N°8, y obteniendo prácticamente porcentaje nulo de partículas finas, ya que para el tamiz N°16 no pasa material PET reciclado. En la tabla VIII se muestra las principales características físicas del PET como su peso unitario y peso específico, que fueron usados en el diseño de mezclas. Destacando su bajo peso específico en comparación al agregado fino seleccionado. También se muestra su módulo de fineza de 5.18, valor elevado debido a que la mayoría de las partículas fueron retenidas en los tamices de mayor tamaño de abertura.

### **3.1.2. Diseños de mezcla convencionales y diseños experimentales con incorporación parcial de PET reciclado**

El cemento utilizado para los diseños de mezcla fue el cemento Portland Tipo I de la marca comercial Pacasmayo, del cual por medio del estándar NTP 334.005 [64], se determinó la densidad del cemento que fue de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>; con este valor, y los resultados anteriores de las características de los agregado y material PET reciclado se procedió a realizar los diseños de mezcla de acuerdo a la práctica estándar descrito la norma internacional ACI 211.1 [65], tanto para los diseños D21 (f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>) y D28 (f'c: 280 kg/cm<sup>2</sup>). Las cantidades por metro cubico de mezcla de concreto fresco para cada diseño elaborado se detallan en las tablas IX y X.

**Tabla IX.**

*Cantidades por metro cúbico de concreto para los diseños de mezcla D21 (f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>), convencional y experimentales.*

Material	Diseño de mezcla				
	D21-PET0	D21-PET2	D21-PET4	D21-PET6	D21-P8
<b>Cemento (kg)</b>	370.3	370.3	370.3	370.3	370.3
<b>Agregado fino (kg)</b>	852.1	828.1	811.2	794.3	777.4
<b>Agregado grueso (kg)</b>	885.8	885.8	885.8	885.8	885.8
<b>PET (kg)</b>	-	9.3	18.6	27.8	37.1
<b>Agua (Lts)</b>	253.9	253.9	253.9	253.9	253.9
<b>R a/c</b>			0.69		

**Tabla X.**

*Cantidades por metro cubico de concreto para los diseños de mezcla D28 (f'c: 280 kg/cm<sup>2</sup>), convencional y experimentales.*

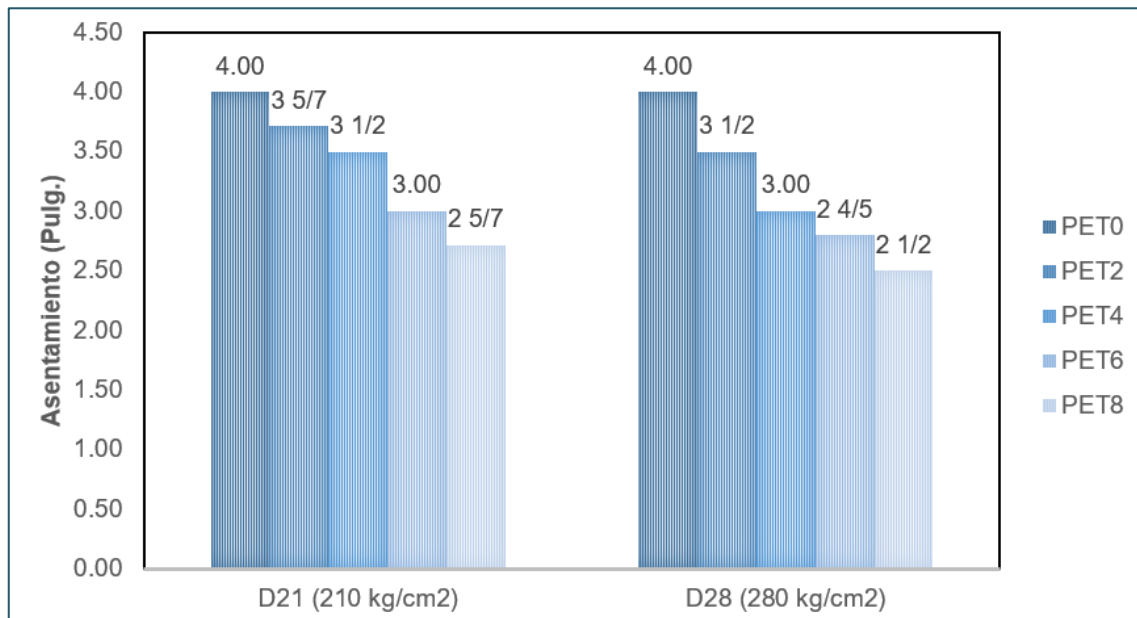
Material	Diseño de mezcla				
	D28-PET0	D28-PET2	D28-PET4	D28-PET6	D28-PET8
<b>Cemento (kg)</b>	438.3	438.3	438.3	438.3	438.3
<b>Agregado fino (kg)</b>	823.6	764.5	748.9	733.3	717.7
<b>Agregado grueso (kg)</b>	857.1	857.1	857.1	857.1	857.1
<b>PET (kg)</b>	-	8.6	17.1	25.7	34.3
<b>Agua (Lts)</b>	254.2	254.2	254.2	254.2	254.2
<b>R a/c</b>			0.58		

Los diseños de concreto de resistencia f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup> con nomenclatura D21, en la tabla IX se detallan las cantidades de cada material que intervienen para producir un

metro cubico de concreto, las cantidades de cemento, agregado grueso y agua se mantienen constantes, de tal manera que relación agua cemento para todos los diseños D21 es de 0.69, mientras que la cantidad de agregado fino va disminuyendo conforme aumenta el porcentaje de PET en los diseños de mezcla. Por otra parte, en la tabla X se resumen las cantidades por metro cubico de concreto fresco para los diseños de mezcla f'c: 280 kg/cm<sup>2</sup> (D28); igual que en los diseños anteriores, el cemento, grava, agua y la relación agua cemento se mantuvieron constante para los 5 diseños, variando solo la cantidad de PET y arena según como especifica cada porcentaje de reemplazo de PET. La relación agua cemento para los diseños D28 fue de 0.58, menor a la obtenida para los diseños D21, debido a la mayor resistencia que requiere los diseños D28, aumentando la cantidad de cemento. Los diseños de mezcla responden a la metodología presentada en la ACI 211.1 [65]; cabe destacar que el remplazo del agregado fino por PET reciclado en porcentajes de 2, 4,6 y 8% se hizo en función al volumen.

### 3.1.3. Propiedades físicas del concreto

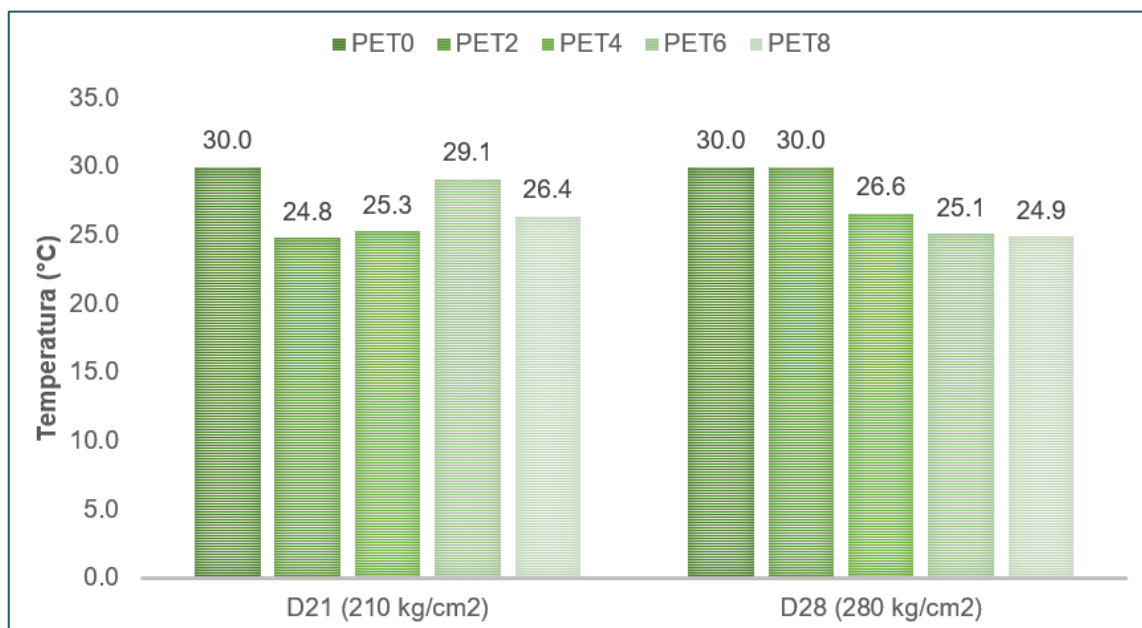
#### Asentamiento o Slump



**Fig. 15.** Asentamiento de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.

En el gráfico de columnas de la fig.15 detalla los resultados de asentamiento en pulgadas obtenidos para cada diseño de mezcla, tanto para el grupo de diseño D21 y D28. Mostrando para ambos una reducción paulatina de los valores de asentamiento conforme aumenta el porcentaje de reemplazo PET por la arena de las mezclas de concreto. Para el diseño convencional D21-PET0 se tuvo un asentamiento de 4 pulg., el cuál presentó decrecimientos de 7.50, 12.50, 25.00 y 32.50% con reemplazos de PET de 2, 4, 6 y 8% respectivamente. En el caso del diseño convencional D28-PET0, también obtuvo un asentamiento de 4 pulg., y los decrecimientos con los reemplazos de PET de 2, 4, 6 y 8% fueron de 12.50, 25.00, 30.00 y 37.50%.

### Temperatura

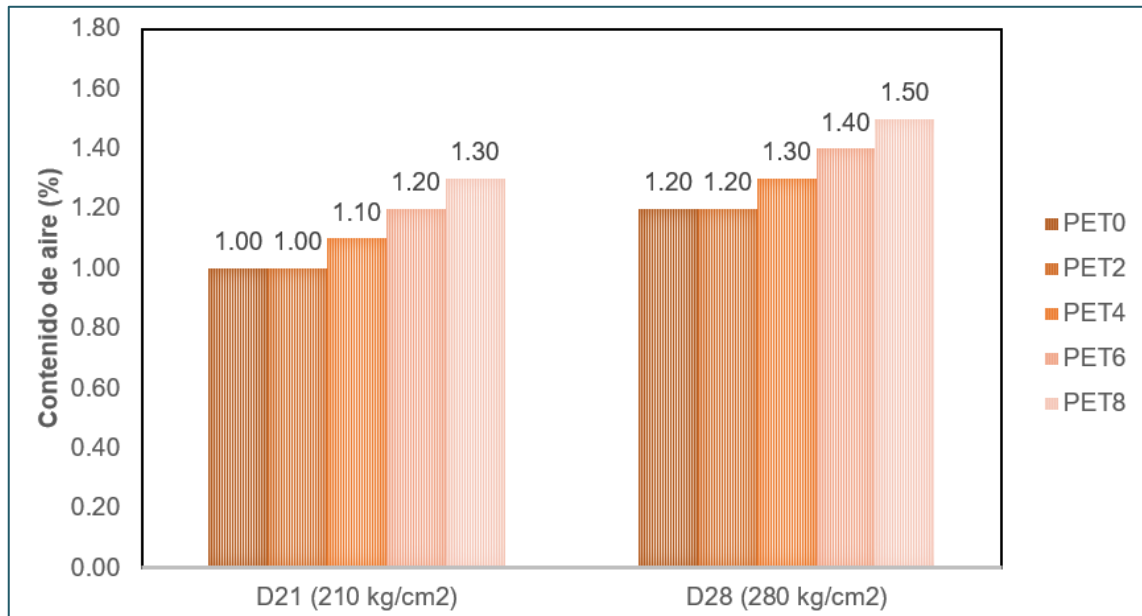


**Fig. 16.** *Temperatura de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.*

La fig. 16 muestra gráficamente en columnas los resultados obtenidos del control de temperatura en grados Celsius (°C), para ambos grupos de diseños D21 y D28; en ambos casos se coincide que la temperatura de los diseños convencionales es de 30 °C, y se presentan disminuciones con la incorporación PET reciclado como reemplazo del agregado fino. En los diseños experimentales con PET se obtuvo las mayores

temperaturas de 29.1°C y 30.0°C para D21-PET6 y D28-PET2 respectivamente, mientras que las menores temperaturas registradas fueron 24.8 y 24.9 para D21-PET2 y D28-PET8 respectivamente.

### Contenido de aire

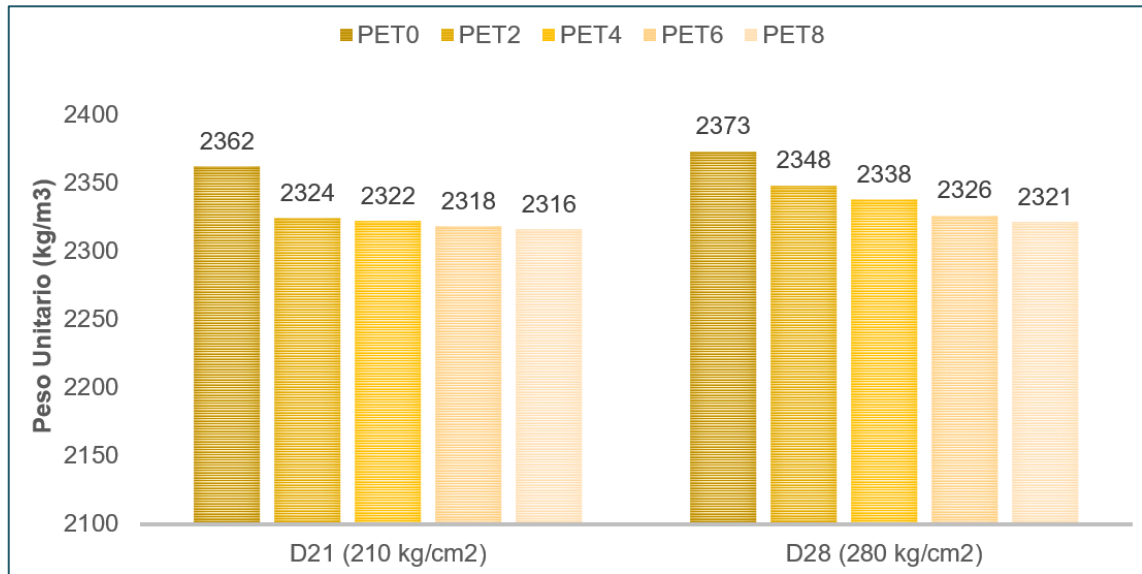


**Fig. 17.** *Contenido de aire de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.*

El contenido de aire de las mezclas de concreto fresco se muestra gráficamente en la fig. 17; en ambos tipos de mezcla tanto D21 y D28, los contenidos de aire se vieron incrementados con la presencia de PET reciclado en su diseño. Para los diseños D21, el contenido de aire varía en un rango de 1.00 a 1.30%, siendo D21-PET8 el diseño con valor más alto. Por otra parte, para los diseños D28 se consiguieron contenidos de aire en un rango de 1.20 a 1.50%, siendo el mayor valor obtenido para el diseño D28-PET8.



## Peso unitario fresco

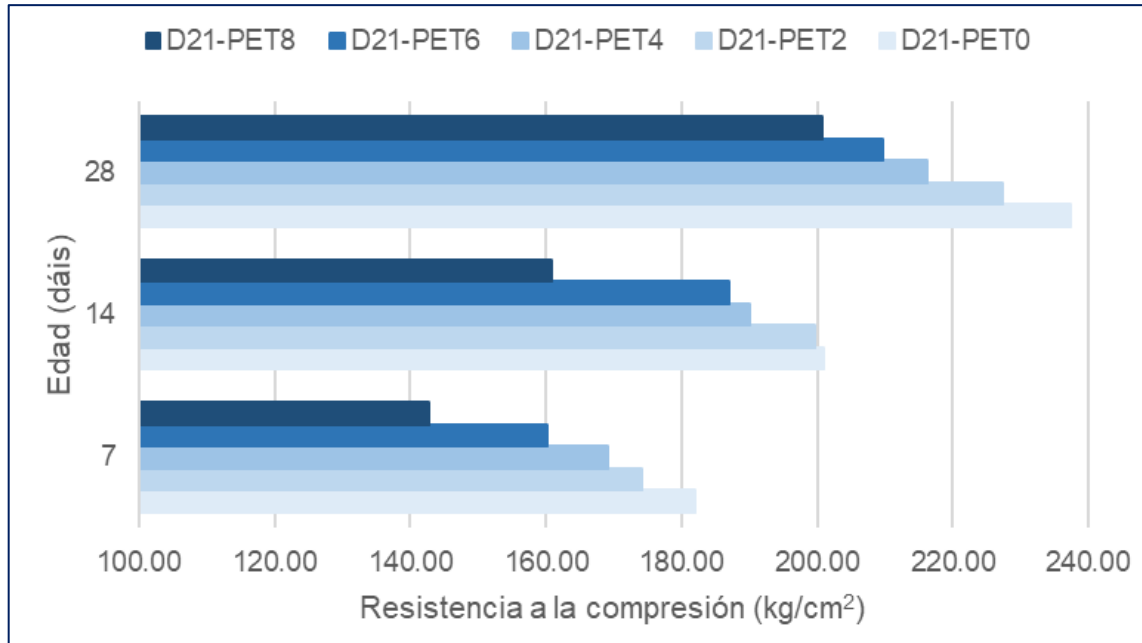


**Fig. 18.** *Peso unitario de las mezclas de concreto de los diseños D21 y D28 con incorporación de PET reciclado.*

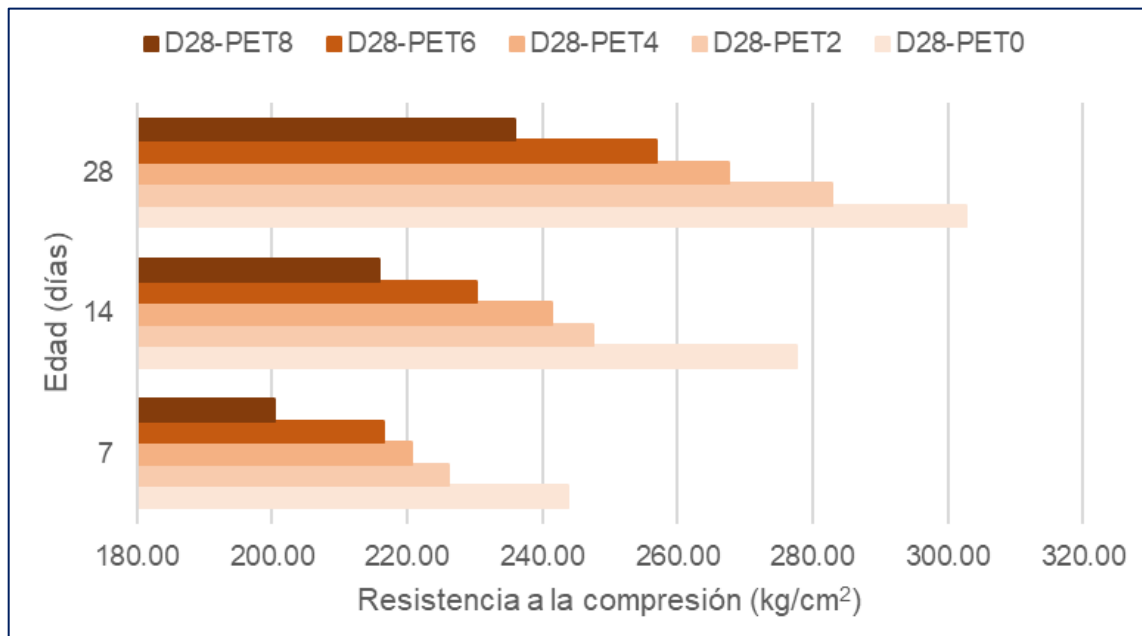
El peso unitario o densidad del concreto fresco se encuentra esquematizado en un gráfico de columnas en la fig. 18, donde se muestra que a medida que se vaya aumentando el contenido de PET reciclado como reemplazo del árido fino, los valores de peso unitario disminuyen ligeramente. Se detectaron decrecimientos en un rango 38 a 46 kg/m<sup>3</sup> respecto al diseño patrón D21-PET0, siendo el D21-PET8 el que obtuvo la mayor pérdida de valor de peso unitario. Por otra parte, los decrecimientos de 25 a 52 kg/m<sup>3</sup> se obtuvieron respecto al diseño patrón D28-PET0, siendo el mayor decrecimiento obtenido cuando se incorporó 8% de PET reciclado.

### 3.1.4. Propiedades mecánicas del concreto

#### Resistencia a la compresión



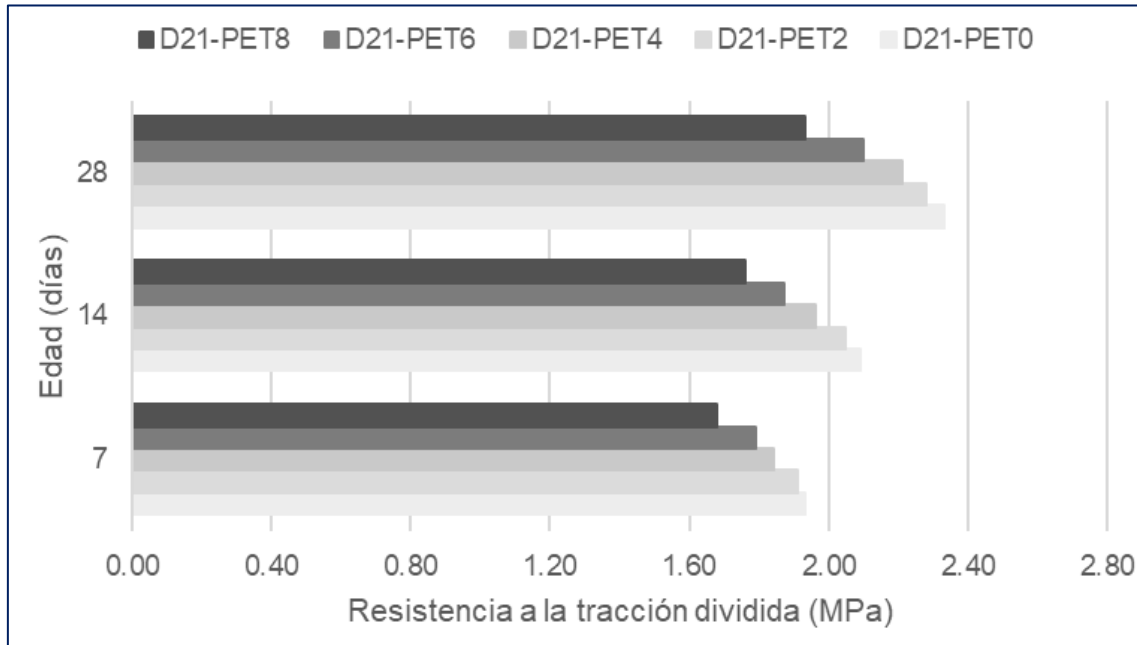
**Fig. 19.** Resistencia a la compresión de los diseños D21 ( $f'_c$ : 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.



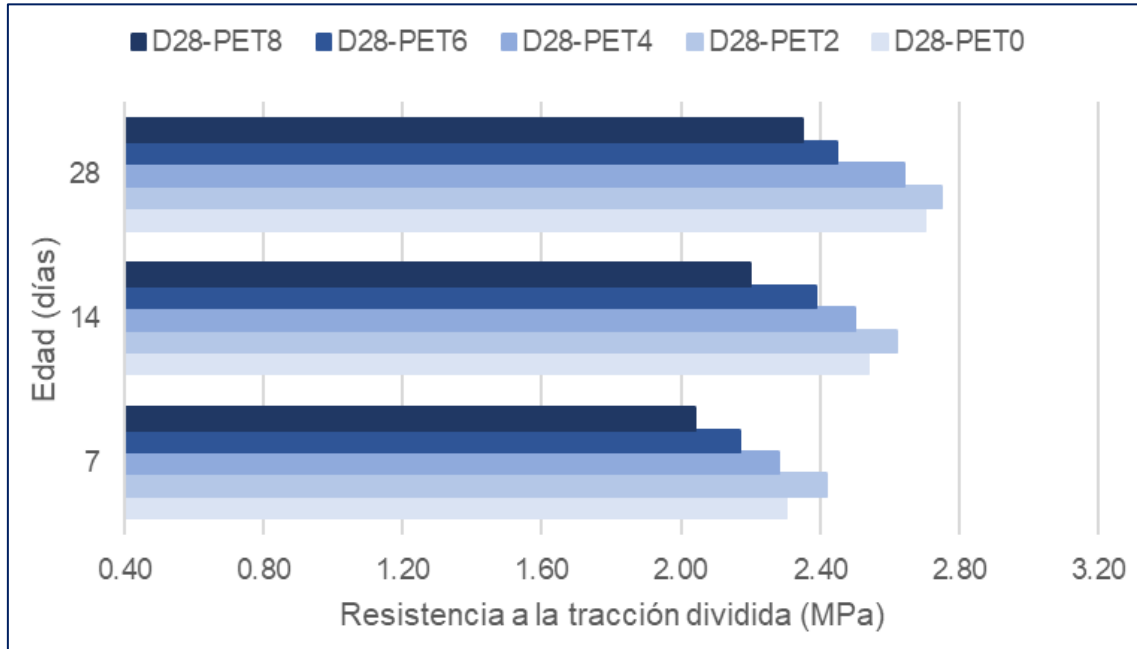
**Fig. 20.** Resistencia a la compresión de los diseños D28 ( $f'_c$ : 280kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.

Las fig. 19 y 20 resumen los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión tanto los diseños D21 y D28 respectivamente, en estas figuras se observan gráficos de barras, donde se agrupan los resultados por edad de curado y se distinguen por tonalidad el porcentaje de PET incorporado. El diseño convencional D21-PET0 obtuvo valores de resistencia promedio de 181.90, 201.00 y 237.44 kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente; a la edad de 28 días los diseños D21 que incorporan 2, 4, 6 y 8% de PET presentaron disminuciones de 4.2, 8.9, 11.7 y 15.4% respectivamente en relación al diseño patrón. Por otra parte, para D28-PET0 los resultados de resistencia compresiva fueron de 243.83, 277.49 y 302.70 kg/cm<sup>2</sup> para 7, 14 y 28 días de edad de curado; para esta última edad de curado, se reportaron disminuciones de 6.5, 11.6, 15.2 y 22.1% para los porcentajes de PET de 2, 4, 6 y 8 % respectivamente. La tendencia para ambos grupos de diseños y para todas edades de curados es clara, se distingue una disminución progresiva de los valores de resistencia conforme se aumenta la cantidad de PET reciclado en el concreto, sin embargo, a pesar de esta tendencia de reducción se observa en los gráficos de barras que a 28 días de rotura para ambos grupos de diseño las resistencias fueron superiores a los 17 MPa (173.35 kg/cm<sup>2</sup>) para ser considerados como concreto estructural estipulado por en la Norma E.060 [38] del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### Resistencia a la tracción dividida



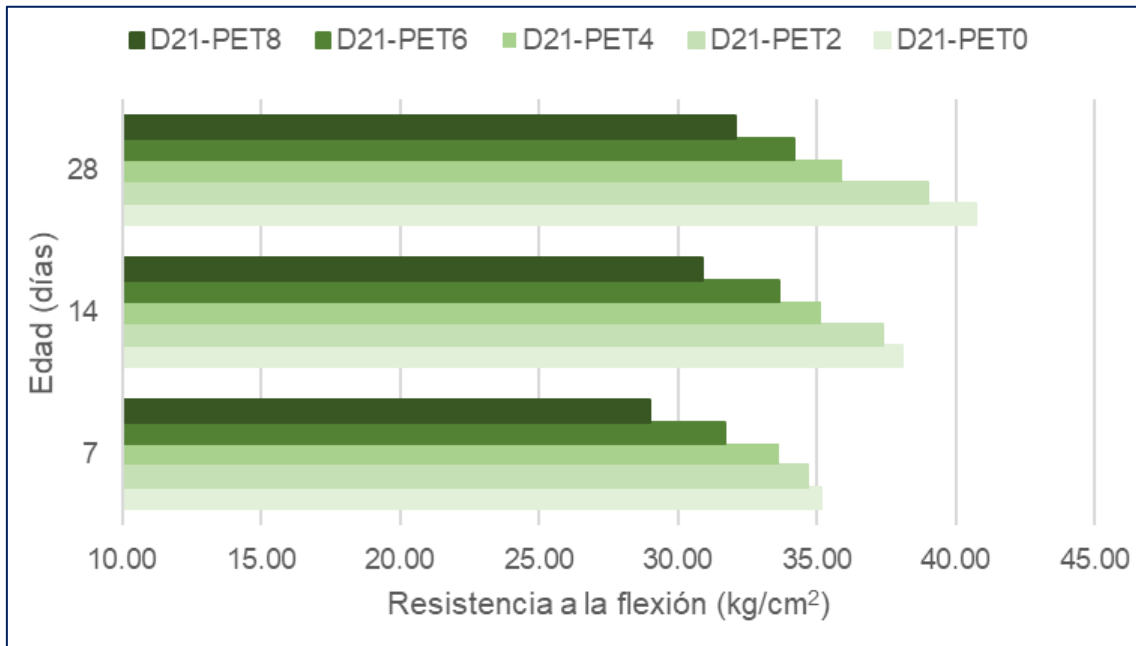
**Fig. 21.** Resistencia a la tracción dividida de los diseños D21 ( $f'_c$ : 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.



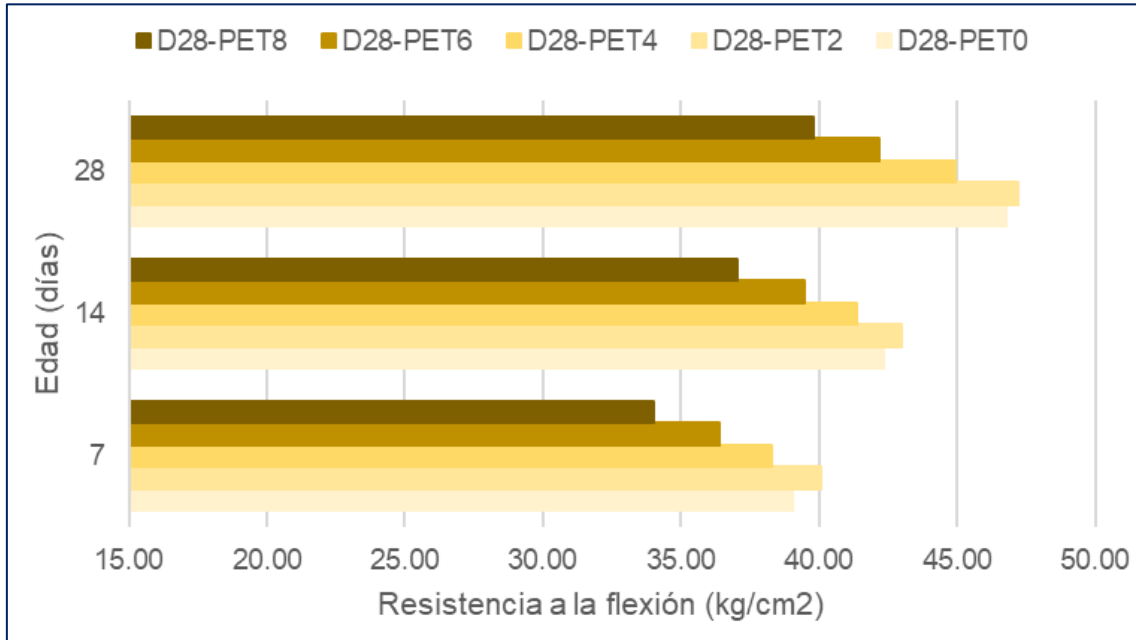
**Fig. 22.** Resistencia a la tracción dividida de los diseños D28 ( $f'_c$ : 280kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.

En las fig. 21 y 22 se muestran los resultados de resistencia a la tracción dividida para los grupos de diseño D21 y D28 respectivamente. Los gráficos de barra muestran los resultados promedios obtenidos en MPa por cada edad de curado y por cada porcentaje de incorporación de PET reciclado. En la fig. 21 se muestra los resultados para los diseños  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, el diseño convencional obtuvo valores de tracción de 1.93, 2.09 y 2.33 MPa para edades de 7, 14 y 28 días respectivamente; mientras que los decrecimientos de los valores de tracción para las pruebas a 28 días fueron de 2.1, 5.2, 9.9 y 17.2% con incorporaciones de 2, 4, 6 y 8% PET reciclado respectivamente, en relación al concreto patrón D21-PET0. Asimismo, la fig. 22 muestra los resultados para los diseños  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto convencional D28-PET0 obtuvo resultados de tracción de 2.30, 2.54 y 2.70 MPa para las edades 7, 14 y 28 días correspondientemente. En este grupo de concretos, el diseño D28-PET2 obtuvo un ligero incremento de su valor de 1.9%, mientras que los diseños con 4, 6 y 8% de PET reciclado presentaron disminuciones de 2.2, 9.3 y 13.0% respectivamente, todos estos resultados para la edad de 28 días y en relación al concreto patrón. Para esta propiedad mecánica, los diseños D21 siguieron la misma tendencia que la resistencia compresiva de disminuir con la inclusión del PET; mientras que los concreto D28 presentaron esa tendencia a partir de un nivel de 4% de PET, puesto que con 2% de PET se obtuvo pequeños incrementos de la tracción para todas las edades de curado.

### Resistencia a la flexión



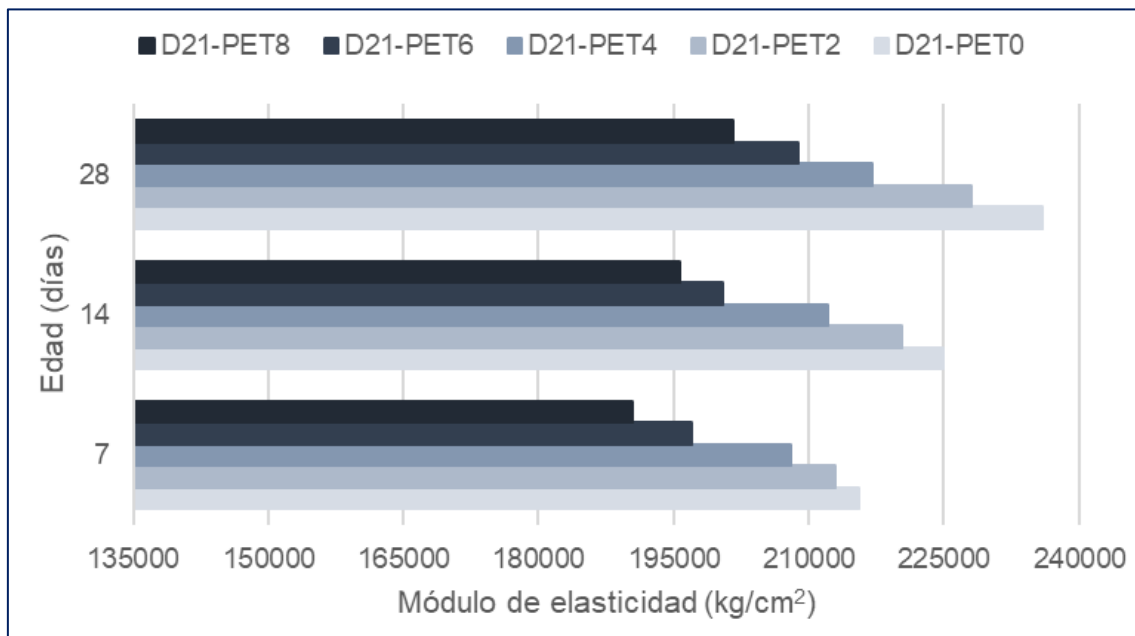
**Fig. 23.** Resistencia a flexión de los diseños D21 ( $f'_c$ : 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.



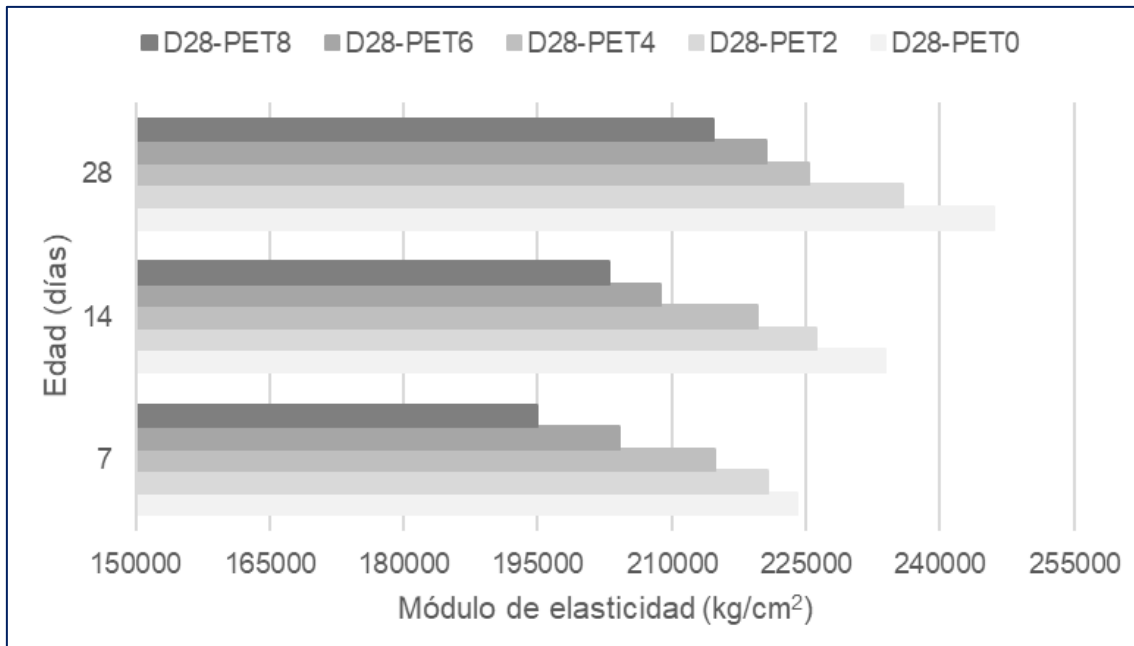
**Fig. 24.** Resistencia a flexión de los diseños D28 ( $f'_c$ : 280kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.

La fig. 23 muestra gráficamente los resultados promedios de las pruebas de resistencia a la flexión de los concretos D21, se evidencia que los mayores valores se obtuvieron para el diseño convencional D21-PET0 con resistencias a la flexión de 35.17, 38.09 y 40.72 kg/cm<sup>2</sup> a las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente; a partir de estos valores, con las incorporaciones del material PET reciclado, se obtuvieron decrecimientos de 4.2, 11.8, 16.0 y 21.2% para los diseños D21-PET2, D21-PET4, D21-PET6 y D21-PET8 respectivamente, a la edad de 28 días de curado. De la misma manera, en la fig. 24 se muestran en gráfico de barras los resultados de flexión para los concretos D28, los resultados a 7, 14 y 28 días para el concreto convencional D28-PET0 fueron 39.04, 42.35 y 46.78 kg/cm<sup>2</sup> correspondientemente; además, de manera similar a la propiedad mecánica de tracción, con 2% de PET, se obtuvo incrementos mínimos de los valores de flexión, reportando un incremento de 0.9% a 28 días; y para los diseños D28-PET4, D28-PET6 y D28-PET8 se presentaron decrecimientos de 3.9, 9.8 y 15.0% respectivamente, a la misma edad de curado mencionada.

### Módulo de elasticidad



**Fig. 25.** Módulo de elasticidad de los diseños D21 ( $f'_c$ : 210kg/cm<sup>2</sup>) con incorporación de PET reciclado.



**Fig. 26.** Módulo de elasticidad de los diseños D28 ( $f'_c$ :  $280\text{kg/cm}^2$ ) con incorporación de PET reciclado.

La fig. 25 resume en un gráfico de barras los resultados del ensayo de módulo de elasticidad de los concretos D21, separados según la edad de curado, para el diseño convencional D21-PET0 se obtuvo valores de módulo de 215500, 224927 y 235983  $\text{kg/cm}^2$  a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente; de los ensayos realizados a 28 días, los diseños D21-PET2, D21-PET4, D21-PET6 y D21-PET8 obtuvieron reducciones de 3.4, 8.0, 11.5 y 14.6% respectivamente, en relación al concreto convencional sin incorporación de PET, evaluado a los 28 días de curado. De igual manera, en la fig. 26 se tienen los resultados promedios de las pruebas de módulo de elasticidad para los concretos D28, en este grupo de concretos el diseño convencional sin incorporación de PET alcanzó valores de módulo de 224033, 233807 y 245933  $\text{kg/cm}^2$  a las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente. En este grupo de concretos también se presentó la disminución gradual de los valores de módulo elástico a medida que aumentaba la cantidad de PET reciclado en el diseño de mezclas de concreto; con los porcentajes de 2, 4, 6 y 8% PET se obtuvieron



decrecimientos de 4.1, 8.4, 10.4 y 12.8% respectivamente, en relación al diseño patrón D28-PET0, de los resultados obtenidos a 28 días de curado.

### **3.2. Discusión**

De las *características geotécnicas de los agregados*, en la región Lambayeque destacan 4 canteras: Castro I – “Zaña”, La Victoria – “Pátapo”, Bomboncitos – “Ferreñafe” y Pacherrez – “Pucalá”, de las cuales se escogieron la cantera La Victoria – “Pátapo” para el agregado fino y la cantera Pacherrez – “Pucalá” para el agregado grueso. Respecto al agregado fino, los módulos de fineza de las canteras Castro I, La Victoria y Pacherrez se encuentran en el rango dispuesto de  $2.3 < M.F. < 3.1$  por la NTP 400.037 [40]; sin embargo, el agregado se seleccionó en base a si la curva granulométrica del material se ajustaba o no a los límites normativos, siendo la cantera La Victoria seleccionada. De igual manera, para los agregados gruesos se determinó que la cantera Pacherrez – “Pucalá” como la mejor opción para la obtención del agregado, debido a que fue la que mayor se ajustó al huso 56 dado por la NTP 400.037 [40] para agregados con TMN de 3/4”. Otras características geotécnicas como el peso unitario suelto y compactado, peso específico, absorción y contenido de humedad fueron determinadas esencialmente para la elaboración de los diseños de mezcla de concreto. En comparación con lo obtenido Campana y Flores [34] para su agregado fino, el MF también fue de 3.03, su peso específico de  $2.59 \text{ gr/cm}^3$  es cercano a los  $2.53 \text{ gr/cm}^3$  obtenidos en el presente estudio; mientras que sus pesos unitarios suelto ( $1485 \text{ kg/m}^3$ ) y compactado ( $1720 \text{ kg/m}^3$ ) son mayores a los resultados de esta investigación,  $1449$  y  $1622 \text{ kg/m}^3$  respectivamente. Por otro lado, el agregado grueso de la investigación de Léctor y Villarreal [32] que también presentó un TMN de 3/4”, encontrando valores superiores de peso unitario suelto y compactado ( $1449$  y  $1630 \text{ kg/m}^3$ ) a comparación del presente estudio ( $1413$  y  $1574 \text{ kg/m}^3$ ); en cuanto a peso específico, su valor de  $2.70 \text{ gr/cm}^3$  es cercano a los  $2.66 \text{ gr/cm}^3$  obtenido para el agregado grueso de este estudio.

De las características físicas del PET reciclado, se obtuvo un MF de 5.18 y peso

específico de  $1.389 \text{ gr/cm}^3$ , así mismo los pesos unitarios suelto y compactado fueron de  $310$  y  $336 \text{ kg/m}^3$ . En comparación a investigaciones como de Acevedo y Posada [21] donde de la granulometría de PET indica que la mayoría de sus partículas son retenidas en el tamiz no. 8 ( $2.36 \text{ mm}$ ), del mismo modo que la presente investigación, siendo cerca de un 90% de las partículas retenidas; por otro lado, el MF del PET supera en valor al MF del agregado fino, de igual manera que el estudio de Campana y Flores [34]. En el caso del peso específico del material se ha encontrado un valor de  $0.82 \text{ gr/cm}^3$  para el estudio de Akinyele y Ajede [22] y de  $1.38 \text{ gr/cm}^3$  en la investigación de Dawood et al. [23], y coinciden con esta investigación al encontrar que el peso específico del PET fue menor al de la arena.

Se elaboraron dos diseños de mezclas de control de resistencias compresivas de  $f_c$ :  $210 \text{ kg/cm}^2$  (D21) y  $f_c$ :  $280 \text{ kg/cm}^2$  (D28), estos diseños presentaron proporciones volumétricas de cemento: arena: grava de (1: 2.43: 2.57) para D21 y (1: 1.98: 2.10) para D28, con relaciones a/c de 0.69 y 0.58 respectivamente; en comparación a otras investigaciones como Pinedo [30] que para un concreto de resistencia de diseño de  $f_c$ :  $210 \text{ kg/cm}^2$  de 1: 1.60: 2.60, encontrándose diferencias sobre todo en el agregado fino, atribuyendo la diferencia a los pesos unitarios de los materiales. En esta investigación se utilizaron porcentajes de PET reciclado como sustituto parcial del agregado fino de 2, 4, 6 y 8%, en base a estudios previos donde los porcentajes de reemplazo del agregado fino por PET fue de hasta 50% [24, 26] y en algunos casos hasta 100% como el estudio de Bamigboye et al. [27], sin embargo, la mayoría de estudios demuestran una clara deficiencia de las propiedades mecánicas y físicas con porcentajes de PET reciclado elevados [28, 26, 23], por lo que se optó analizar porcentajes menores de reemplazo, similar al estudio de Mendoza y Zanabria [31] que uso porcentajes de hasta 12% de PET como reemplazo.

De las propiedades físicas, en los valores de asentamiento se deduce que existe una reducción gradual a medida que aumenta la cantidad de PET en el concreto, para ambos grupos de diseños D21 y D28, alcanzando disminuciones de 32.5 y 37.5%

respectivamente con un 8% PET; esta tendencia de reducción del asentamiento se ha presentado en variados estudios [22, 24, 33]. Esta disminución se explica por la mayor área superficial de las partículas del PET triturado en comparación con el árido fino, permitiendo la saturación de mayor cantidad de agua en su superficie y esto a su vez reduciendo la trabajabilidad de la mezcla según lo indicado por Dawood et al. [23]. Respecto a la temperatura de las mezclas de concreto, se aprecia que la temperatura se ve afectada significativamente con reducciones variadas para ambos grupos de diseños cuando se incluye el PET triturado, las máximas temperaturas son de 30°C para ambos concretos D21-PET0 y D28-PET0, no superando lo estipulado en la Norma E.060 [38] del Reglamento Nacional de Edificaciones que establece que la temperatura del concreto no supera los 32°C.

Para la densidad o peso unitario se aprecia pequeñas disminuciones progresivas con las incorporaciones de PET, variando de 2362 a 2316 kg/m<sup>3</sup> para los diseños D21 y de 2373 a 2321 kg/m<sup>3</sup> para D28, esta tendencia de la disminución de la densidad del concreto fresco con la presencia de PET se ha reportado en otras investigaciones [24, 28]; y con un porcentaje de PET de 3% se encontró una disminución de 4.79% en el estudio de Mendoza y Zanabria [31], mientras que con un porcentaje similar 4% en esta investigación se reportó una disminución de 1.69%; este fenómeno se explica por el bajo peso específico del PET (1.39 gr/cm<sup>3</sup>) en comparación al árido fino (2.53 gr/cm<sup>3</sup>) lo que genera una reducción de la densidad del concreto a medida que aumenta la presencia de PET. Por otra parte, el contenido de aire presenta una tendencia de aumento con la presencia del PET triturado, los valores máximos fueron de 1.3% y 1.5% para los diseños D21-PET8 y D28-PET8, lo que significa un aumento de la presencia de vacíos en la mezcla de concreto debido al PET triturado. Al contrario del estudio de Reyes [33], quien encontró una tendencia diferente, donde el aumento del contenido PET disminuye los resultados del contenido de aire.

En las propiedades mecánicas del concreto, respecto a la resistencia compresiva, ambos grupos de diseño D21 y D28 se presentaron reducciones paulatinas a medida que

se incrementaba el porcentaje de reemplazo del árido fino por el PET triturado, esto se reportó para todas las edades de rotura. La tendencia de disminución de la resistencia a la compresión a medida que aumenta el contenido de PET se ha reportado en variadas investigaciones [24, 27, 35]. Estudios como el de Acevedo y Posada (2019) reportó reducciones de 4 y 12% para un concreto patrón de resistencia de 29.9 MPa con porcentajes de PET de 5 y 10%, menores a los resultados obtenidos en esta investigación para los diseños D28-P4 y D28-P8 (reducciones de 11.6 y 22.1%), que poseen una resistencia patrón similar de 29.7 MPa (302.7 kg/cm<sup>2</sup>); Pinedo [30] por su parte reportó un máximo decrecimiento de 31.2% con 15% de PET. Por otro lado, la principal fuente de ganancia de resistencia es la adherencia que existe entre las superficies sólidas de los materiales, al ser el plástico un material de baja adherencia, la resistencia compresiva se ve mermada así lo afirman los investigadores Akinyele y Ajede [22]. A diferencia de otras investigaciones si han conseguido aumentos de la resistencia a la compresión con la incorporación de PET triturado, en un rango de reemplazo de 5 a 12.5% según lo indicado por Dawood et al. [23], o con un 10% de PET como reemplazo del árido fino donde se ha logrado un aumento de 9.07% en relación al concreto de control así lo manifiestan Kangavar et al. [26].

Para los diseños D21 a todas las edades de rotura con las incorporaciones del PET triturado presentó decrecimientos graduales a medida que aumentaba el contenido de PET; mientras que para los diseños D28, se lograron obtener pequeños incrementos con 2% de PET y a partir de ese punto se regresa a la tendencia de disminución de los valores de tracción dividida. La disminución de la resistencia a la tracción ha sido hallada por otros estudios que incorporan PET en su diseño de mezcla [27, 33], por ejemplo, con un 5% de PET como reemplazo del árido fino Kore [28] obtuvo una disminución de 5.2% del valor de tracción respecto a su diseño de control, mientras que en esta investigación la reducción con 6% PET fue de 9.9% para el concreto patrón D21-PET0; la pérdida se le atribuye a la débil adherencia que existe entre el plástico y la pasta de cemento, debido a la superficie

lisa que presenta el PET así lo refiere Akinyele y Ajede [22]. Los incrementos encontrados de la resistencia a la tracción dividida para el diseño D28-PET2 (1.9% a 28 días), también se han reportado en estudios como el de Dawood et al. [23], donde obtuvo incrementos hasta con un 15% de reemplazo del árido fino, y el máximo obtenido de 26.9% para un 7.5% de PET en comparación al concreto de referencia, explicando que estos aumento de la resistencia a tracción se puede deber al aumento de ductilidad de las partículas PET que generan menores deslizamientos que las partículas de arena, y además de factores ajenos como el tipo de cemento o la relación a/c.

La resistencia a la flexión presenta una tendencia similar a los resultados de resistencia a la tracción, exhibiendo decrecimientos progresivos de los valores de flexión con el aumento del material PET en los diseños D21; y ligeros aumentos para una incorporación de 2% PET, para luego mostrar pérdidas conforme va aumentando los reemplazos del árido fino con PET triturado, esto encontrado para los diseños D28. La tendencia a la reducción de los valores de resistencia a la flexión, así como en otras propiedades mecánicas, ya se ha reportado en estudios anteriores [24, 22], estudios como el elaborado por Agip y Bustamante [36] se asemejan a la presente investigación puesto que obtienen un declive de la resistencia flexiva de 30% con 6% de PET en su diseño, mientras que en esta investigación el declive es de 16% para D21-PET6; esta caída se debe a la limitada cohesión entre el material plástico y la pasta de cemento, a parte de la característica hidrófoba del plástico que restringe la hidratación del cemento así lo manifiesta Kore [28]. Otras investigaciones que usaron el PET como material adicional, también reportan decrecimiento de los resultados de flexión para especímenes de 28 días de curado con la incorporación de PET así lo refiere Umasabor y Daniel [25]. Por otra parte, estudios como el realizado por Kangavar et al. [26] que también usaron PET como reemplazo en volumen del árido fino, encontraron un aumento de 7.9% en relación al diseño de referencia, explicando este fenómeno por la flexibilidad del PET en comparación del árido fino, lo que aporta mayor ductilidad y deformabilidad en comparación al concreto

sin PET, en su caso se obtuvo para un 10%PET en la mezcla, mientras que para el presente estudio se alcanzó para un 2% de PET.

Los resultados del ensayo de módulo de elasticidad del concreto exhiben una disposición similar a los resultados de resistencia a la compresión, mostrando para ambos grupos de diseño D21 y D28 una pérdida de valor conforme aumenta la cantidad de PET triturado. Para los diseños D21, las pérdidas en el valor del módulo de elasticidad a edades de 7, 14 y 28 días fueron de (1.2, 2.1 y 3.4%) para D21-PET2, y de (11.6, 13.0 y 14.6%) para D21-PET8 respectivamente, en relación al concreto patrón D21. Por otro lado, los diseños D28 presentaron mermas de (1.5, 3.3 y 4.1%) para D28-PET2 y de (13.0, 13.2 y 12.8%) para D28-PET8 respectivamente, en relación al concreto patrón D28. En comparación con otras investigaciones, Aocharoen y Chotickai [29] encontró reducciones de 8.7 y 31.4% para incorporaciones de 5 y 10% de PET como sustituto del árido, superando a las reducciones máximas obtenidas en el presente estudio, mientras que los resultados obtenidos por Kangavar et al. [26] coinciden con la tendencia de reducción del módulo de elasticidad, pero con un impacto mínimo de 1.1% en relación a la mezcla de control para un contenido de PET de 10%, sin embargo, para porcentajes superiores la reducción del valor de módulo de elasticidad alcanza hasta 22.48% con 50% de PET.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Las características geotécnicas de cuatro de las más destacadas canteras del departamento de Lambayeque fueron determinadas, y en base a ello se seleccionó la cantera “La Victoria – Pátapo” para el agregado fino y a la cantera “Pacherrez – Pucalá” para el agregado grueso, puesto que los materiales de ambas canteras se ajustan a los parámetros de NTP 400.037, sobre todo a la gradación que debe tener los agregados finos y gruesos para poder usados en mezclas de concreto. En cuanto al PET reciclado y sus características físicas, se presenció un material con un mayor módulo de fineza y menor peso específico respecto a las características del agregado fino. El material PET presenta una granulometría de mala gradación, puesto que la mayoría de sus partículas son retenidas en un tamiz de abertura de 2.36 mm (no. 8), puesto que su diferenciación respecto al agregado fino es evidente tanto en peso específico y tamaño de partículas.

Los diseños de mezcla patrón D21 y D28 presentaron dosificaciones en peso por metro cúbico de mezcla de (370.3 kg, 852.1 kg, 885.8 kg y 253.9 Lts) y (438.3 kg, 823.6 kg, 857.1 kg y 254.2 Lts) para los materiales cemento, arena, grava y agua, con relaciones a/c invariables de 0.69 y 0.58 respectivamente. En cuanto a las cantidades de PET que se utilizaron como reemplazo del áridos fino fueron de 9.3, 18.6, 27.8 y 37.1 kg para los diseños D21; y cantidades de 8.6, 17.1, 25.7 y 34.3 kg para los diseños D28; correspondiendo a los porcentajes de incorporación de 2, 4, 6 y 8% respectivamente.

Respecto a las propiedades físicas del concreto fresco, se encontró una clara orientación de reducción de los valores de asentamiento conforme aumentaba la incorporación del PET triturado, alcanzando reducciones de 32.50 y 37.50% con 8% de PET para ambos grupos de diseño D21 y D28, lo que se traduce como una pérdida de trabajabilidad de la mezcla. En cuanto a la temperatura del concreto, también presenta decrecimientos de sus resultados para ambos grupos de diseños con la presencia del PET triturado. Por otra parte, los resultados de contenido de aire y densidad de las mezclas de

concreto se encuentran indirectamente relacionados, puesto que mientras el contenido de aire va en aumento con la presencia de la cantidad de PET, la densidad se ve disminuida mínimamente con el aumento del PET triturado para ambos grupos de diseño D21 y D28.

De las propiedades mecánicas del concreto se menciona lo siguiente: La resistencia a compresión, tanto para los diseños D21 y D28, se ve afectada con disminuciones a medida que aumentaba el reemplazo del árido fino con PET triturado, alcanzando decrecimientos de 15.4% y 22.1% con 8% de PET en relación a los diseños de control D21 y D28 respectivamente a la edad de 28 días, sin embargo dichas resistencias superaron a los 17 MPa estipulado en la Norma E.060 para concreto estructural; de manera similar, los resultados de módulo de elasticidad indican una disminución con la incorporación del PET, reportando pérdidas de 14.6 y 12.8% para D21-P8 y D28-P8 respectivamente a 28 días; atribuyendo estas disminuciones a la débil adherencia que existe entre el plástico y la pasta de cemento. La resistencia a la tracción dividida y resistencia a la flexión presentan tendencias similares en sus resultados, para los diseños D21, para ambas propiedades mecánicas se reportan reducciones graduales con los reemplazos de PET por el árido fino (hasta 21.2 % para flexión y 17.2% para tracción con 8% de PET); mientras que para los diseños D28 se registraron ligeros aumentos de 1.9 y 0.9% con 2% de PET a la edad de 28 días para las pruebas de tracción y flexión respectivamente.

En base a los resultados se concluye como porcentaje óptimo de reemplazo de hasta 4% PET para los diseños D21 y hasta 2% PET para los diseños D28, obteniendo para D21-P4 disminuciones de 8.9, 5.2, 11.8 y 8.0% para las pruebas a 28 días de las propiedades de resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad respectivamente, disminuciones no tan significativas para un concreto estructural; mientras que para el diseño D28-P2 se obtuvo disminuciones de 6.5 y 4.1% para la resistencia compresiva y módulo de elasticidad respectivamente a la edad de 28 días, y aumentos de 1.9% y 0.9% de las pruebas de resistencia a la tracción dividida y flexión. En un rango de 2 a 4% de PET, los concretos presentan características mecánicas y físicas aceptables



para ser usados como concreto estructural.

#### **4.2. Recomendaciones**

Respecto a las características geotécnicas de los agregados, se recomienda en el estudio canteras, añadir otros ensayos que nos ayuden en la evaluación de los agregados de la zona; ensayos tales como la resistencia a la abrasión realizado a los agregados gruesos o el ensayo para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 realizado para los agregados finos.

Respecto al PET reciclado, se sugiere utilizar un PET con una gradación similar al agregado fino, que se encuentren dentro de los límites normativos, estableciendo un módulo de finura similar al árido fino, de tal manera que se puede comprobar si con una distribución similar de partículas, puede ayudar a mejorar los resultados de las pruebas físicas y mecánicas realizadas al concreto estructural.

En cuánto los diseños de mezcla de concreto incorporando PET reciclado, se recomienda no exceder en el nivel de reemplazo de 4%, en caso de concretos estructurales, para que no se vea comprometida la resistencia mecánica del concreto; si se desea utilizar mayores cantidades de reemplazo de PET por el árido fino, se debe añadir algún otro material puzolánico o aditivo especial que ayude en la ganancia de resistencia del concreto.

Respecto a las propiedades físicas del concreto fresco, la disminución del asentamiento de los concretos con PET, significa una pérdida de la trabajabilidad, por lo que se sugiere la inclusión de aditivo superplastificante, de tal manera que se asegure la trabajabilidad de las mezclas.

Conforme a los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas del concreto, se recomienda tratar de asegurar la resistencia mecánica del concreto estructural, puesto que esta se ve comprometida cuando se incorpora el PET reciclado en el concreto; y a la vez evaluar el concreto a mayores edades de curado, de tal manera que se detalle un comportamiento de durabilidad de estos.

## REFERENCIAS

- [1] A. Dhawan, N. Gupta, R. Goyal and K. K. Saxena, "Evaluation of mechanical properties of concrete manufactured with fly ash, bagasse ash and banana fibre," *Materials Today: Proceedings*, Vols. 44, Part 1, pp. 17-22, 2021.
- [2] M. Bendixen, J. Best, C. Hackney and L. L. Iversen, "Time is running out for sand," *Nature*, vol. 571, pp. 29-31, 2019.
- [3] A. Cotto-Ramos , S. Dávila, W. Torres-García and A. Cáceres-Fernández, "Experimental design of concrete mixtures using recycled plastic, fly ash, and silica nanoparticles," *Construction and Building Materials*, vol. 254, pp. 1-15, 2020.
- [4] B. Coppola, L. Courard, F. Michel, L. Incarnato, P. Scarfato and L. Di Maio, "Hygro-thermal and durability properties of a lightweight mortar made with foamed plastic waste aggregates," *Construction and Building Materials*, vol. 170, pp. 200-206, 2018.
- [5] M. A. A. Aldahdooh, A. Jamrah, A. Alnuaimi, M. M. I., M. S. R. Ahmed and A. S. R. Ahmed, "Influence of various plastics-waste aggregates on properties of normal concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 17, pp. 13-22, 2018.
- [6] A. Nadimalla, S. A. B. Masjuki, A. B. Saad, K. B. M. Ismail and M. B. Ali, "Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles Waste as Fine Aggregate in Concrete," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 8, no. 6S4, pp. 1-4, 2019.
- [7] I. M. Nikbin and H. Ahmadi, "Fracture behaviour of concrete containing waste tire and waste polyethylene terephthalate: An sustainable fracture design," *Construction and Building Materials*, vol. 261, pp. 1-12, 2020.
- [8] S. Perera, A. Arulrajah, Y. C. Wong, S. Horpibulsuk and F. Maghool , "Utilizing recycled PET blends with demolition wastes as construction materials," *Construction*

- and Building Materials*, vol. 221, pp. 200-209, 2019.
- [9] A. Arulrajah, S. Perera, Y. C. Wong, S. Horpibulsuk and F. Maghool , "Stiffness and flexural strength evaluation of cement stabilized PET blends with demolition wastes," *Construction and Building Materials*, vol. 239, pp. 1-13, 2020.
- [10] I. Almeshal , B. A. Tayeh, R. Alyousef, H. Alabduljabbar, A. M. Mohamed and A. Alaskar, "Use of recycled plastic as fine aggregate in cementitious composites: A review," *Construction and Building Materials*, vol. 253, pp. 1-27, 30 Agosto 2020b.
- [11] R. Geyer, J. R. Jambeck and K. L. Law, "Production, use, and fate of all plastics ever made," *Science Advances*, vol. 3, no. 7, pp. 1-5, 2017.
- [12] G. Singh, H. Kumar and S. Singh, "Performance evaluation-PET resin composite composed of red mud, fly ash and silica fume," *Construction and Building Materials*, vol. 214, pp. 527-538, 2019.
- [13] P. O. Awoyera and A. Adesina, "Plastic wastes to construction products: Status, limitations and future perspective," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 12, pp. 1-11, 2020.
- [14] INEI, «Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales,» Lima, 2021.
- [15] C. Huamaní Montesinos, J. W. Tudela Mamani y A. Huamaní Peralta, «Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno - Perú,» *Revistas de Investigaciones Altoandinas*, vol. 22, nº 1, pp. 106-115, 2020.
- [16] P. J. Esquivel y M. G. Ticliahuanca, «Resistencia y Agrietamiento por Contracción del Concreto para Pavimentos Rígidos con Incorporación de Fibras PET,» Jaén, 2019.
- [17] J. J. G. Bolaños Zea, «Reciclado de Plástico PET,» Arequipa, 2019.
- [18] N. Hidalgo Sanchez, «Estudio comparativo de investigaciones sobre concreto elaborado con material plástico reciclado como partículas en adición y/o reemplazo

de los agregados,» Chiclayo, 2022.

- [19] F. E. Carlos Cajo y V. S. Tineo Flores, «Programa de prácticas Socio-Ambientales para el buen manejo de Residuos Sólidos generados por los comerciantes, caso Moshoqueque, Chiclayo, 2017,» Chiclayo, 2017.
- [20] B. R. Arias Cornejo y B. T. Panduro Rocillo, «Plan estratégico para mejorar la gestión de residuos sólidos de la Asociación de Recicladores del distrito de Chiclayo,» Chiclayo, 2018.
- [21] A. B. Acevedo Jaramillo y J. E. Posada Franco, «Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 18, nº 34, 28 Junio 2019.
- [22] J. O. Akinyele y A. Ajede, «The use of granulated plastic waste in structural concrete,» *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, vol. 10, nº 2, pp. 169-175, 23 Enero 2018.
- [23] A. O. Dawood, H. AL-Khazraji and R. . S. Falih, "Physical and mechanical properties of concrete containing PET wastes as a partial replacement for fine aggregates," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 14, pp. 1-13, 2021.
- [24] I. Almeshal, B. A. Tayeh, R. Alyousef, H. Alabduljabbar and A. M. Mohamed, "Eco-friendly concrete containing recycled plastic as partial replacement for sand," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 4631-4643, 2020a.
- [25] R. Umasabor and S. Daniel, "The effect of using polyethylene terephthalate as an additive on the flexural and compressive strength of concrete," *Heliyon*, vol. 6, no. 8, pp. 1-6, 14 Agosto 2020.
- [26] M. E. Kangavar, W. Lokuge, A. Manalo, W. Karunasena and M. Frigione, "Investigation on the properties of concrete with recycled polyethylene terephthalate (PET) granules as fine aggregate replacement," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 16, pp. 1-14, 2022.

- [27] G. O. Bamigboye, K. Tarverdi, A. Umoren, D. E. Bassey, U. Okorie and J. Adediran, "Evaluation of eco-friendly concrete having waste PET as fine aggregates," *Cleaner Materials*, vol. 2, pp. 1-12, 2021.
- [28] S. D. Kore, "Feasibility Study on Use of Plastic Waste as Fine Aggregate in Concrete Mixes," *Journal of Building Material Science*, vol. 01, no. 01, pp. 26-31, 2019.
- [29] Y. Aocharoen and P. Chotickai, "Compressive mechanical and durability properties of concrete with polyethylene terephthalate and high-density polyethylene aggregates," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 12, pp. 1-14, 2023.
- [30] J. R. Pinedo Pérez, «Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018,» Tarapoto, 2019.
- [31] Y. A. Mendoza y N. Zanabria, «Evaluación del comportamiento mecánico y térmico del concreto con incorporación de tereftalato de polietileno reciclado para la región de Puno,» Juliaca, 2019.
- [32] M. A. Léctor Laffite y E. J. Villarreal Barragán, «Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote,» Nuevo Chimbote, 2017.
- [33] I. M. Reyes Montoya, «Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018),» Lima, 2018.
- [34] J. Campana Salas y R. M. Flores Sovero, «Comportamiento de los plásticos reciclados PET en la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c 210$ , Lima, 2019,» Lima, 2020.
- [35] G. J. Becerra Moscoso, «Reciclado de residuos plásticos PET en dosificación de mezclas de concreto para mitigar su impacto ambiental en la ciudad de Tacna,»

Tacna, 2019.

- [36] F. L. Agip Zárate y J. F. Bustamante Díaz, «Influencia del uso de fibras Pet recicladas en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, Chiclayo 2022,» Moyobamba, 2022.
- [37] F. Abanto, Tecnología del Concreto, Tercera ed., Lima: San Marcos E.I.R.L., 2018.
- [38] Norma E.060, «CONCRETO ARMADO,» de *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima, SENCICO, 2020.
- [39] NTP 334.009, CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos, 5 ed., Lima: INDECOPI, 2013.
- [40] NTP 400.037, AGREGADOS. *Agregados para concreto. Requisitos*, 4 ed., Lima, 2018.
- [41] D. Sanchez de Guzman, Tecnología del Concreto y del Mortero, Quinta ed., Santafé de Bogotá: Bhandar Editores Ltda., 2001.
- [42] NTP 339.035, HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland, Lima: INDECOPI, 2009, p. 3.
- [43] L. M. Pacheco Flores, «Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido,» Moquegua, 2017.
- [44] NTP 339.046, HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto), 2 ed., Lima: INDECOPI, 2008.
- [45] S. H. Kosmatka, B. Kerkhoff, W. C. Panarese and J. Tanesi, *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*, Primera ed., Skokie, Illinois: Portland Cement Association, 2004.
- [46] NTP 339.034, CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas., 4 ed., Lima:

INACAL, 2015.

- [47] NTP 339.033, CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo., 4 ed., Lima: INACAL, 2015.
- [48] E. A. Bruno Castillo y J. C. Peralta López, «Determinación del módulo de elasticidad estático a compresión del concreto producido en la planta concretera Dino-Chimbote,» Chimbote, 2014.
- [49] NTP 339.084, CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica., 3 ed., Lima: INACAL, 2017.
- [50] NTP 339.078, CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, 3 ed., Lima: INDECOPI, 2012.
- [51] IMCYC, Proporcionamiento de mezclas. Concreto normal, pesado y masivo. ACI 211.1, México D. F.: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2004.
- [52] E. R. Echeverría Garro, «Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado,» Cajamarca, 2017.
- [53] S. M. Hama and N. N. Hilal, "Fresh properties of concrete containing plastic aggregate," in *Use of Recycled Plastics in Eco-efficient Concrete*, Irak, Woodhead Publishing, 2019, pp. 85-114.
- [54] L. Muñoz Pérez, «Estudio del uso del polietileno tereftalato (pet) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga,» México D.F., 2012.
- [55] C.-Q. Lye, K. H. Kong, G. Geng, W. Thitsartarn y J. Toh, «Potential use of plastic waste as natural sand in mortar and concrete,» de *6th fib International Congress on Concrete Innovation for Sustainability*, Oslo, 2022.
- [56] T. A. Amibo, A. B. Bayu and D. A. Akuma, "Polyethylene Terephthalate Wastes as

- a Partial Replacement for Fine Aggregates in Concrete Mix, Case of Jimma Town, South West Ethiopia," *Sriwijaya Journal of Environment*, vol. 6, no. 1, pp. 20-35, 2021.
- [57] J. Jaskowska-Lemańska, M. Kucharska, J. Matuszak, P. Nowak and W. Łukaszczyk, "Selected Properties of Self-Compacting Concrete with Recycled PET Aggregate," *Materials*, vol. 15, no. 7, pp. 1-20, 2022.
- [58] N. López y I. Sandoval, «Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa,» Guadalajara, 2016.
- [59] C. Fresno Chávez, *Metodología de la Investigación: Así de fácil*, Córdoba: El Cid Editor, 2019.
- [60] M. Borja Suarez, *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*, Chiclayo, Lambayeque, 2016, p. 38.
- [61] R. Hernández-Sampieri y C. P. Mendoza-Torres, *Metodología de la Investigación: Las Rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.*, Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.
- [62] Vicerrectorado de Investigación, *Código de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán S.A.C.*, Pimentel, 2022.
- [63] NTP 400.012, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, 2da ed., Lima: INDECOPI, 2001.
- [64] NTP 334.005, CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland., Lima: INACAL [Instituto Nacional de Calidad], 2011.
- [65] ACI 211.1, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, West Conshohocken, PA: American Concrete Institute, 2007.



## ANEXOS

### Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos.

## INFORMES DE LABORATORIO DEL ESTUDIO DE CANTERAS.

### Análisis granulométrico de los agregados finos.



Certificado INDECOPRI N°00137704 RNP Servicios 60608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

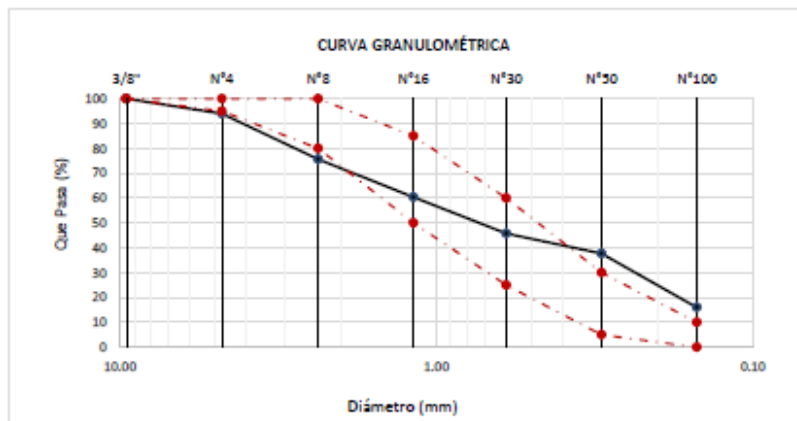
Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyoelri@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 20 de mayo del 2022  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
 NORMA : N.T.P. 400.012:2021  
 Muestra : Arena Gruesa Cantera : Castro I - Zaña

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	LÍMITES PARA AGREGADO FINO
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	6.0	6.0	94.0	95 - 100
Nº 8	2.360	18.4	24.4	75.6	80 - 100
Nº 16	1.180	15.2	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.600	14.7	54.3	45.7	25 - 60
Nº 50	0.300	8.1	62.3	37.7	5 - 30
Nº 100	0.150	21.7	84.0	16.0	0 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.71</b>



#### Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL**  
 Proyecto / Obra : **TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**

Fecha de Apertura : **Miércoles, 18 de mayo del 2022**

Inicio de Ensayo : **Jueves, 19 de mayo del 2022**

Fin de Ensayo : **Viernes, 20 de mayo del 2022**

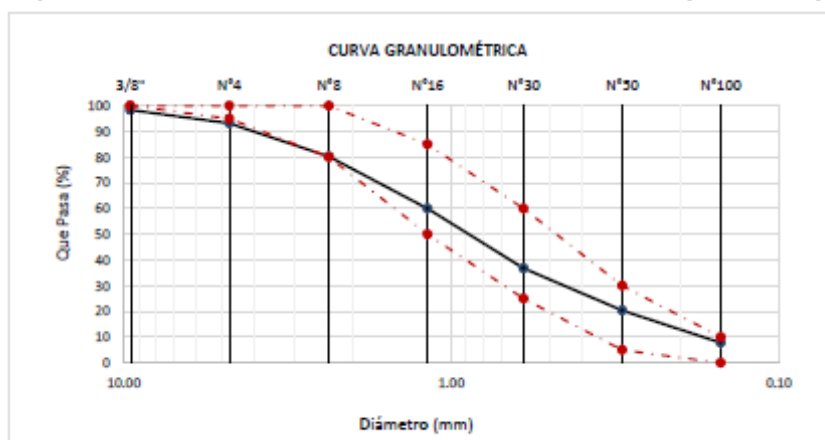
ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.**

NORMA : **N.T.P. 400.012:2021**

Muestra : **Arena Gruesa**

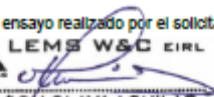
Cantera : **La Victoria-Pátapo**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	LÍMITES PARA AGREGADO FINO
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	1.6	1.6	98.4	100
Nº 4	4.750	5.1	6.8	93.2	95 - 100
Nº 8	2.360	13.0	19.7	80.3	80 - 100
Nº 16	1.180	20.2	40.0	60.0	50 - 85
Nº 30	0.600	23.2	63.2	36.8	25 - 60
Nº 50	0.300	16.5	79.7	20.3	5 - 30
Nº 100	0.150	12.5	92.2	7.8	0 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.03</b>



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



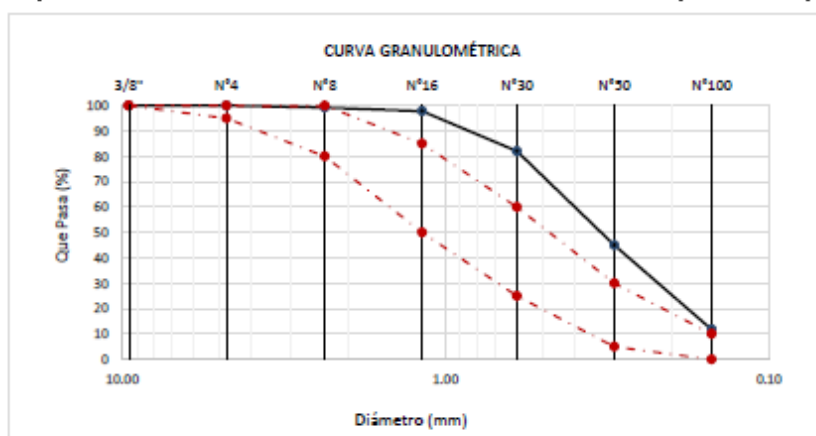
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 20 de mayo del 2022  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
 NORMA : N.T.P. 400.012:2021  
 Muestra : Arena Gruesa Cantera : Bomboncitos - Ferreñafe

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	LÍMITES PARA
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	AGREGADO FINO
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0	95 - 100
Nº 8	2.360	0.8	0.8	99.2	80 - 100
Nº 16	1.180	1.4	2.2	97.8	50 - 85
Nº 30	0.600	15.8	18.0	82.0	25 - 60
Nº 50	0.300	37.1	55.1	44.9	5 - 30
Nº 100	0.150	33.1	88.2	11.8	0 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>1.64</b>



Observaciones:  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## Peso Unitario Suelto y Compactado de los agregados finos.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Fin de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Castro I - Zaña

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1699
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1689
Contenido de Humedad	(%)	0.61
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1846
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1835
Contenido de Humedad	(%)	0.61

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904









Peso específico y absorción de los agregados finos.

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
Fin de Ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Castro I - Zaña

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.608
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.705

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fin de Ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria - Patapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.532
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.243

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fin de Ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Bomboncitos - Ferreñafe

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.515
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.112

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fin de Ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADO, Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pacherez - Pucala

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.490
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.786

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON CLAYA AGUILAR  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Análisis granulométrico de los agregados gruesos



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemsw@eirl@gmail.com

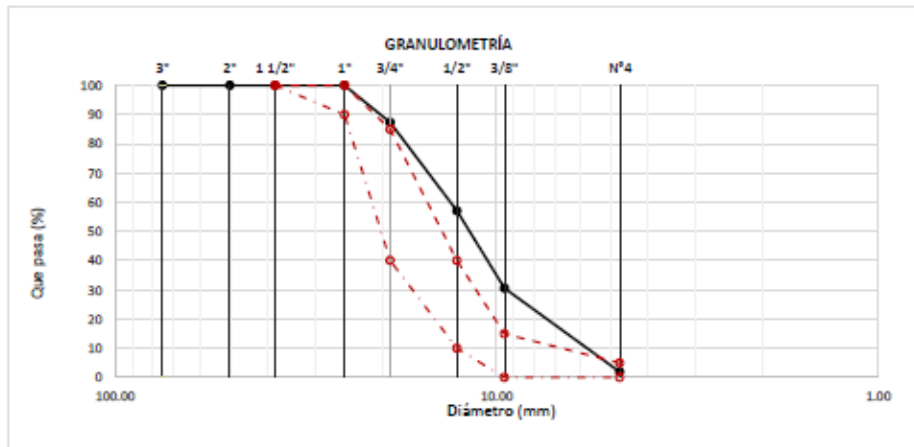
Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidlayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
Fin de Ensayo : Viernes, 20 de mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Castro I - Zaña

Análisis Granulométrico por tamizado						
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO	
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	<b>56</b>	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0		
1"	25.00	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	12.7	12.7	87.3		
1/2"	12.70	30.2	42.9	57.1		
3/8"	9.52	26.5	69.4	30.6		
N°4	4.75	28.7	98.1	1.9		
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>						<b>3/4"</b>



### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

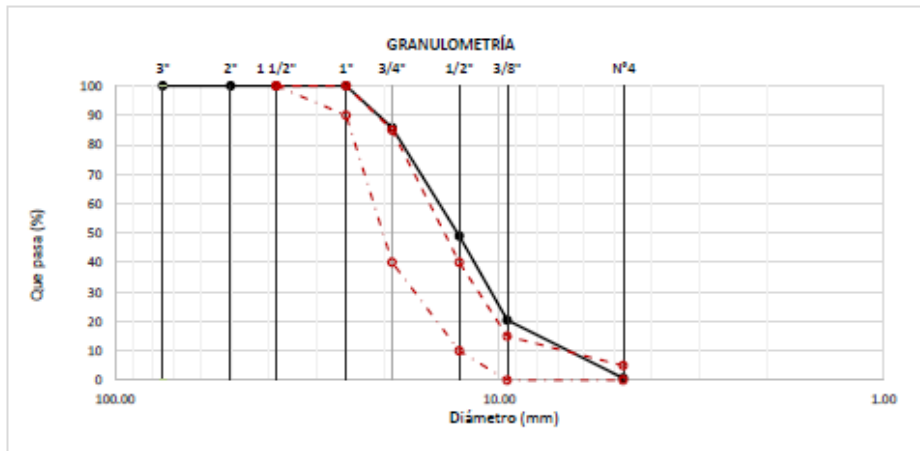
Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 20 de mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Piedra Chancada

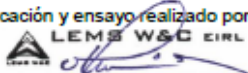
Cantera : La victoria - Pátapo

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	14.2	14.2	85.8	40 - 85
1/2"	12.70	36.8	51.0	49.0	10 - 40
3/8"	9.52	28.5	79.5	20.5	0 - 15
N°4	4.75	19.8	99.3	0.7	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



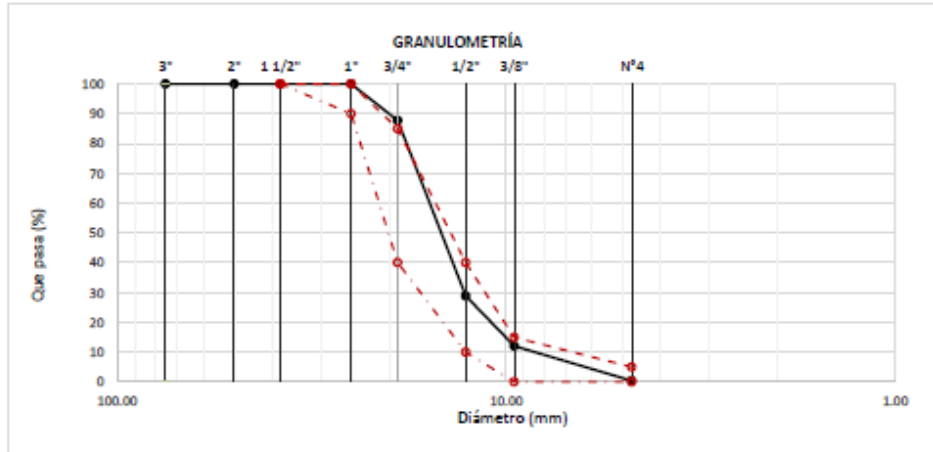
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : 1805A-22/ LEMS W&C  
**Solicitante** : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
**Inicio de Ensayo** : Jueves, 19 de mayo del 2022  
**Fin de Ensayo** : Viernes, 20 de mayo del 2022  
**ENSAYO** : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Bomboncitos - Ferrefafe

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	12.3	12.3	87.7	40 - 85
1/2"	12.70	58.8	71.1	28.9	10 - 40
3/8"	9.52	16.9	88.0	12.0	0 - 15
N°4	4.75	11.6	99.6	0.4	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>


**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904





## Peso Unitario Suelto y Compactado de los agregados gruesos.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Fin de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada                      Cantera: Castro I - Zaña.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1381.70
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1375.38
Contenido de Humedad	(%)	0.46
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1490.32
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1483.49
Contenido de Humedad	(%)	0.46

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.









Peso específico y absorción de los agregados gruesos.

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
Fin de Ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Castro I - Zaña

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.608
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.705

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Miércoles, 18 de mayo del 2022

Fecha de ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022

Fecha de ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

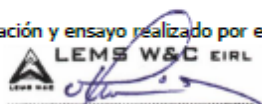
Muestra: Piedra Chancada

Cantera: La Victoria - Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.768
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.029

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON CLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Fecha de ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fecha de ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Bomboncitos - Ferreñafe

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.649
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.592

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Fecha de ensayo : Jueves, 19 de mayo del 2022  
 Fecha de ensayo : Sábado, 21 de mayo del 2022

NORMA : AGREGADOS Densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso.  
 Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.021:2020

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pacherras-Pucalá

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.644
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.241

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
 WILSON CLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



# INFORMES DE LABORATORIO DEL PET TRITURADO

Análisis granulométrico.



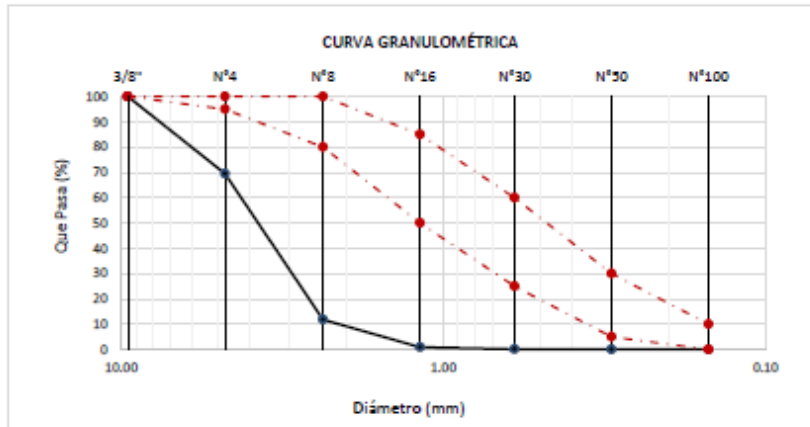
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycelri@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Miércoles, 25 de mayo del 2022  
Fin de Ensayo : Miércoles, 25 de mayo del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Teraftalato de Polietileno Procedencia : Reciclaje

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	LÍMITES PARA
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	AGREGADO FINO
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	30.6	30.6	69.4	95 - 100
Nº 8	2.360	57.7	88.3	11.7	80 - 100
Nº 16	1.180	10.9	99.1	0.9	50 - 85
Nº 30	0.600	0.8	99.9	0.1	25 - 60
Nº 50	0.300	0.0	100.0	0.0	5 - 30
Nº 100	0.150	0.0	100.0	0.0	0 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>5.18</b>



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C E.I.R.L.**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Peso Unitario Suelto y Compactado.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Pimentel – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Miércoles, 25 de mayo del 2022  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 25 de mayo del 2022  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.  
 Referencia : NTP 400.017:2020  
 NTP 339.185:2021

Muestra : Teraftalato de Polietileno Procedencia : Reciclaje

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	309.99
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	309.99
Contenido de Humedad	(%)	0.00
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	338.02
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	338.02
Contenido de Humedad	(%)	0.00

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Peso específico del PET.

Solicitud de ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de ensayo : Jueves, 26 de mayo del 2022  
Fin de ensayo : Jueves, 26 de mayo del 2022

NORMA : CEMENTOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

MATERIAL : Teraftalato de Polietileno PET

Masa de material plástico	(gr)	30.00
Vol. Inicial kerosene	(ml)	0.00
Vol. Final desplazado kerosene	(ml)	21.60
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.389</b>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

# INFORME DE PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceiri@gmail.com

Solicitud de ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de ensayo : Viernes, 27 de mayo del 2022  
Fin de ensayo : Viernes, 27 de mayo del 2022

NORMA : CEMENTOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND


REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

MATERIAL : Cemento Portland Pacasmayo , Tipo I

Masa de material plástico	(gr)	64.00
Vol. Inicial kerosene	(ml)	0.00
Vol. Final desplazado kerosene	(ml)	20.60
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>3.107</b>

## OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

# INFORMES DE DISEÑOS DE MEZCLA F'C: 210 KG/CM<sup>2</sup>

## Diseño de mezcla D21-PET0 (PATRON)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel - Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: lemswoelri@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

### AGREGADOS :

#### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
1.- Peso específico de masa 2.532 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.564 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1426.18 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1596.16 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 1.24 %  
6.- Contenido de humedad 1.63 %  
7.- Módulo de fineza 3.03

#### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
1.- Peso específico de masa 2.644 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.677 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1400.87 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1560.43 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 1.24 %  
6.- Contenido de humedad 0.84 %  
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 182 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 87 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.686

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	370 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	852 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	886 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.30	2.39	29.1	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :					
	1.0	2.43	2.57	29.1	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C E.I.R.L.  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Diseño de mezcla D21-PET2

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ de PET}$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

**PET**

1.- Peso específico : 1389 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.532	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.564	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1426.18	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1596.16	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.24	%
6.- Contenido de humedad	1.63	%
7.- Módulo de fineza	3.03	

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.644	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.677	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1400.87	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1560.43	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.24	%
6.- Contenido de humedad	0.84	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DESEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 5/7 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2324 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 174 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 83 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.686

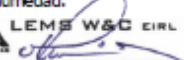
Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	370 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	828 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	886 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pachemes - Pachemes
PET	9.3 Kg/m <sup>3</sup>	: Teraftalato de Polietileno 2%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	
	1.0	2.26	0.05	2.39	29.1	Lts/pe <sup>3</sup>
Proporción en volumen :						
	1.0	2.38	0.05	2.57	29.1	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



# Diseño de mezcla D21-PET4

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 4\% \text{ de PET}$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

**PET**

1.- Peso específico : 1389 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2.532 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.564 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1426.18 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1596.16 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 1.63 %  
 7.- Módulo de fineza 3.03

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa 2.644 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.677 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1400.87 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1560.43 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 0.84 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 4\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 1/2 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2322 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 169 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 81 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8,7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.686

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	370 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	811 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	886 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pachemes - Pachemes
PET	18.6 Kg/m <sup>3</sup>	: Teraftalato de Polietileno 4%

Proporción en peso : 

Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	Lts/pe <sup>3</sup>
1.0	2.21	0.09	2.39	29.1	

Proporción en volumen : 

1.0	2.33	0.10	2.57	29.1	Lts/pe <sup>3</sup>
-----	------	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C** CIVIL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

# Diseño de mezcla D21-PET6

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 6\% \text{ de PET}$

**CEMENTO**  
 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

**PET**  
 1.- Peso específico : 1389 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.532 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.564 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1426.18 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1596.16 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 1.63 %  
 7.- Módulo de fineza 3.03

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacheres - Pacheres  
 1.- Peso específico de masa 2.644 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.677 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1400.87 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1560.43 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 0.84 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 6\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2318 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 160 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 76 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8,7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0,686

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	370	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	794	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	886	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
PET	27.8	Kg/m <sup>3</sup>	: Teraftalato de Polietileno 4%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	Lts/pe <sup>3</sup>
	1.0	2.16	0.14	2.39	29.1	
Proporción en volumen :	1.0	2.28	0.15	2.57	29.1	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C CIVIL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

# Diseño de mezcla D21-PET8



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel - Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: lemswoein@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 8\% \text{ de PET}$

### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

### PET

1.- Peso específico : 1389 Kg/m<sup>3</sup>

### AGREGADOS :

#### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2.532 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.564 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1426.18 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1596.16 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 1.24 %  
6.- Contenido de humedad 1.63 %  
7.- Módulo de fineza 3.03

#### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa 2.644 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.677 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1400.87 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1560.43 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 1.24 %  
6.- Contenido de humedad 0.84 %  
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 3/4"

### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pesa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022.

DESEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 8\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2 5/7 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2316 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 143 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 68 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8,7 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.686

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	370 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	777 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	886 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
PET	37.1 Kg/m <sup>3</sup>	: Tereftalato de Polietileno 8%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	
	1.0	2.12	0.18	2.39	29.1	Lts/pe <sup>3</sup>
Proporción en volumen :						
	1.0	2.23	0.19	2.57	29.1	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C** CIRL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

# INFORMES DE DISEÑOS DE MEZCLA F'C: 280 KG/CM<sup>2</sup>

## Diseño de mezcla D28-PET0 (PATRON)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel - Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: lemswycelr@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

### AGREGADOS :

#### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.532	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.564	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1426.18	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1596.16	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.24	%
6.- Contenido de humedad	1.63	%
7.- Módulo de finiza	3.03	

#### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacheres - Pacheres

1.- Peso específico de masa	2.644	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.677	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1400.87	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1560.43	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.24	%
6.- Contenido de humedad	0.84	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
 Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2373 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 244 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 87 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.580

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 438 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 254 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 824 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 857 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :
 

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.88	1.96	24.6	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :
 

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.98	2.10	24.6	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



WILSON OLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## Diseño de mezcla D28-PET2

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL**  
 Proyecto / Obra : **TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"**  
 Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de Apertura : **Miércoles, 18 de mayo del 2022**  
 Inicio de ensayo : **Lunes, 13 de junio del 2022.**  
 Fin de ensayo : **Lunes, 13 de junio del 2022.**

### DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ de PET}$

#### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : **Tipo I - PACASMAYO.**  
 2.- Peso específico : **3107 Kg/m<sup>3</sup>**

#### PET

1.- Peso específico : **1389 Kg/m<sup>3</sup>**

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

: **Arena Gruesa - La Victoria - Patapo**

1.- Peso específico de masa : **2.532 gr/cm<sup>3</sup>**  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : **2.564 gr/cm<sup>3</sup>**  
 3.- Peso unitario suelto : **1426.18 Kg/m<sup>3</sup>**  
 4.- Peso unitario compactado : **1596.16 Kg/m<sup>3</sup>**  
 5.- % de absorción : **1.24 %**  
 6.- Contenido de humedad : **1.63 %**  
 7.- Módulo de fineza : **3.03**

##### Agregado grueso :

: **Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras**

1.- Peso específico de masa : **2.644 gr/cm<sup>3</sup>**  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : **2.677 gr/cm<sup>3</sup>**  
 3.- Peso unitario suelto : **1400.87 Kg/m<sup>3</sup>**  
 4.- Peso unitario compactado : **1560.43 Kg/m<sup>3</sup>**  
 5.- % de absorción : **1.24 %**  
 6.- Contenido de humedad : **0.84 %**  
 7.- Tamaño máximo : **1" Pulg.**  
 8.- Tamaño máximo nominal : **3/4" Pulg.**

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 1/2 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2348 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 226 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 81 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.580

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	438 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	765 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	857 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
PET	8,6 Kg/m <sup>3</sup>	: Teraftalato de Polietileno 2%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	Lts/pe <sup>3</sup>
	1.0	1.84	0.04	1.96	24.6	
Proporción en volumen :	1.0	1.94	0.04	2.10	24.6	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C E.I.R.L.**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

# Diseño de mezcla D28-PET4

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 4\% \text{ de PET}$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

**PET**

1.- Peso específico : 1389 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2.532 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.564 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1426.18 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1596.16 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 1.63 %  
 7.- Módulo de fineza 3.03

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa 2.644 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.677 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1400.87 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1560.43 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 0.84 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Lunes, 13

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 4\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2338 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 221 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 79 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.580

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	438	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	749	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	857	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pachemes - Pachemes
PET	17.1	Kg/m <sup>3</sup>	: Teraftalato de Polietileno 4%

Proporción en peso :
 

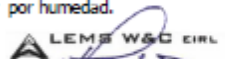
Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
1.0	1.80	0.08	1.96	24.6	

Proporción en volumen :
 

1.0	1.90	0.08	2.10	24.6	Lts/pie <sup>3</sup>
-----	------	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

# Diseño de mezcla D28-PET6

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 6\% \text{ de PET}$

**CEMENTO**  
 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

**PET**  
 1.- Peso específico : 1389 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.532 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.564 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1426.18 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1596.16 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 1.63 %  
 7.- Módulo de fineza 3.03

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pachernes - Pachernes  
 1.- Peso específico de masa 2.644 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.677 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1400.87 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1560.43 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.24 %  
 6.- Contenido de humedad 0.84 %  
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON CLAYA AGUILAR  
 TEC. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 6\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2 4/5 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2326 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 217 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.580

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	438	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	733	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	857	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
PET	25.7	Kg/m <sup>3</sup>	: Teraftalato de Polietileno 6%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
	1.0	1.77	0.11	1.96	24.6	
Proporción en volumen :	1.0	1.86	0.12	2.10	24.6	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904

# Diseño de mezcla D28-PET8

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : **CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL**  
Proyecto / Obra : **TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"**  
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.**  
Fecha de Apertura : **Miércoles, 18 de mayo del 2022**  
Inicio de ensayo : **Lunes, 13 de junio del 2022.**  
Fin de ensayo : **Lunes, 13 de junio del 2022.**

## DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 8\% \text{ de PET}$

**CEMENTO**  
1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
2.- Peso específico : 3107 Kg/m<sup>3</sup>

**PET**  
1.- Peso específico : 1389 Kg/m<sup>3</sup>

### AGREGADOS :

#### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.532	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.564	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1426.18	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1596.16	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.24	%
6.- Contenido de humedad	1.63	%
7.- Módulo de finesa	3.03	

#### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.644	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.677	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1400.87	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1560.43	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.24	%
6.- Contenido de humedad	0.84	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.6	98.4
Nº 04	5.1	93.2
Nº 08	13.0	80.3
Nº 16	20.2	60.0
Nº 30	23.2	36.8
Nº 50	16.5	20.3
Nº 100	12.5	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.0	82.0
1/2"	54.2	27.8
3/8"	16.0	11.8
Nº 04	11.2	0.6
Fondo	0.6	0.0

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.  
 Fin de ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 8\% \text{ de PET}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2 1/2 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2321 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 200 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 72 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 10.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.580

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	438 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	254 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	718 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	857 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
PET	34.3 Kg/m <sup>3</sup>	: Teraftalato de Polietileno 8%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Pet	Piedra	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
	1.0	1.73	0.15	1.96	24.6	
Proporción en volumen :	1.0	1.82	0.16	2.10	24.6	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON CLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



# INFORMES DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

## Asentamiento (Concretos D21)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaclado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	4	10.16

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vacado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PET-2% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	3 5/7	9.40
DM-02	PET-4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	3 1/2	8.89
DM-03	PET-6% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	3	7.62
DM-04	PET-8% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	2 5/7	6.86

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Asentamiento (Concretos D28)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Pimentel – Lambayeque  
 R.U.C. 20548885974  
 Email: lemswycelri@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaclado  (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	4	10.16

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C E.I.R.L.**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaclado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PET-2%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	3 1/2	8.89
DM-02	PET-4%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	3	7.62
DM-03	PET-6%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	2 4/5	7.11
DM-04	PET-8%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	2 1/2	6.35

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C** FIRI.  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Temperatura (Concretos D21)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswoeir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P.- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	30.0

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	PET-2%- f'c= 210 kg/cm2	210	10/06/2022	24.8
DM-02	PET-4%- f'c= 210 kg/cm2	210	10/06/2022	25.3
DM-03	PET-6%- f'c= 210 kg/cm2	210	10/06/2022	29.1
DM-04	PET-8%- f'c= 210 kg/cm2	210	10/06/2022	26.4

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Temperatura (Concretos D28)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycer@gmail.com



Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	30.0

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	PET-2%- f'c= 280 kg/cm2	280	13/05/2022	30.0
DM-02	PET-4%- f'c= 280 kg/cm2	280	13/05/2022	26.6
DM-03	PET-6%- f'c= 280 kg/cm2	280	13/05/2022	25.1
DM-04	PET-8%- f'c= 280 kg/cm2	280	13/05/2022	24.9

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## Peso Unitario (Concretos D21)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyc@air@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	CP-f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	2362

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904

**Solicitud de Ensayo** : 1805A-22/ LEMS W&C  
**Solicitante** : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
**Inicio de Ensayo** : Viernes, 10 de junio del 2022  
**Fin de Ensayo** : Viernes, 10 de junio del 2022

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	PET-2%- f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	2324
02	PET-4%- f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	2322
03	PET-6%- f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	2318
04	PET-8%- f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	2316

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Peso Unitario (Concretos D28)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswceirl@gmail.com

**Solicitud de Ensayo** : 1805A-22/ LEMS W&C  
**Solicitante** : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 13 de junio del 2022  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 13 de junio del 2022

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	CP-f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	2373

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

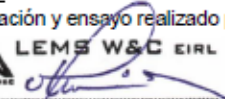
**Solicitud de Ensayo** : 1805A-22/ LEMS W&C  
**Solicitante** : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 13 de junio del 2022  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 13 de junio del 2022


**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición  
**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	PET-2%- f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	2348
02	PET-4%- f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	2338
03	PET-6%- f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	2328
04	PET-8%- f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	2321

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Contenido de aire (Concretos D21)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswceir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
 Referencia : NTP 339.080  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	M.P- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	1.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022  
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
 Referencia : NTP 339.080  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	PET-2%- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	1.00
DM-02	PET-4%- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	1.10
DM-03	PET-6%- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	1.20
DM-04	PET-8%- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	10/06/2022	1.30

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Contenido de aire (Concretos D28)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
 Referencia : NTP 339.080  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	M.P- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	1.2

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
 LEMS W&C EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 13 de junio del 2022  
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
 Referencia : NTP 339.080  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	PET-2%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	1.2
DM-02	PET-4%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	1.3
DM-03	PET-6%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	1.4
DM-04	PET-8%- f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	13/06/2022	1.5

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



# INFORMES DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

## Resistencia a la compresión (Concretos D21)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034-2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	17/06/2022	7	32646	15.19	181	180
02	Testigo 2 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	17/06/2022	7	33066	15.15	180	184
03	Testigo 3 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	17/06/2022	7	32856	15.17	181	182
04	Testigo 4 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	24/06/2022	14	35294	15.09	179	197
05	Testigo 5 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	24/06/2022	14	37027	15.18	181	205
06	Testigo 6 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	24/06/2022	14	36161	15.13	180	201
07	Testigo 7 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	8/07/2022	28	43045	15.11	179	240
08	Testigo 8 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	8/07/2022	28	42540	15.18	181	235
09	Testigo 9 - D.Patrón 210	210	10/06/2022	8/07/2022	28	42792	15.15	180	237

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	30430	15.14	180	169
02	Testigo 2 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	32640	15.23	182	179
03	Testigo 3 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	31535	15.18	181	174
04	Testigo 4 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	36192	15.34	185	196
05	Testigo 5 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	37499	15.32	184	203
06	Testigo 6 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	36846	15.33	185	200
07	Testigo 7 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	41468	15.18	181	229
08	Testigo 8 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	41890	15.37	186	226
09	Testigo 9 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	41679	15.27	183	227

M.P 2%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034-2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	31717	15.14	180	176
02	Testigo 2 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	29462	15.24	182	162
03	Testigo 3 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	30891	15.19	181	169
04	Testigo 4 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	35858	15.41	186	192
05	Testigo 5 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	34187	15.23	182	188
06	Testigo 6 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	35023	15.32	184	190
07	Testigo 7 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	39991	15.12	179	223
08	Testigo 8 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	38317	15.26	183	210
09	Testigo 9 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	39154	15.19	181	216

M.P 4%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Proyecto / Obra : ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	28143	15.17	181	156
02	Testigo 2 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	30133	15.27	183	165
03	Testigo 3 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	29138	15.22	182	160
04	Testigo 4 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	35960	15.36	185	194
05	Testigo 5 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	33220	15.34	185	180
06	Testigo 6 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	34590	15.35	185	187
07	Testigo 7 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	37598	15.16	180	208
08	Testigo 8 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	38077	15.15	180	211
09	Testigo 9 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	37837	15.15	180	210

M.P 6%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 6% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	26777	15.23	182	147
02	Testigo 2 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	25263	15.24	182	139
03	Testigo 3 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	26020	15.23	182	143
04	Testigo 4 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	27261	15.36	185	147
05	Testigo 5 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	32951	15.34	185	178
06	Testigo 6 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	29086	15.35	185	157
07	Testigo 7 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	38175	15.36	185	206
08	Testigo 8 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	36197	15.35	185	196
09	Testigo 9 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	37186	15.35	185	201

M.P 8%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Resistencia a la compresión (Concretos D28)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	20/06/2022	7	44597	15.13	180	248
02	Testigo 2 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	20/06/2022	7	43351	15.18	181	239
03	Testigo 3 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	20/06/2022	7	43974	15.15	180	244
04	Testigo 4 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	27/06/2022	14	50328	15.11	179	281
05	Testigo 5 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	27/06/2022	14	49694	15.18	181	274
06	Testigo 6 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	27/06/2022	14	50011	15.15	180	277
07	Testigo 7 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	11/07/2022	28	54787	15.19	181	303
08	Testigo 8 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	11/07/2022	28	54565	15.15	180	303
09	Testigo 9 - D.Patrón 280	280	13/06/2022	11/07/2022	28	54676	15.17	181	303

D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	43549	15.17	181	241
02	Testigo 2 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	38582	15.25	183	211
03	Testigo 3 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	41066	15.21	182	226
04	Testigo 4 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	45711	15.26	183	250
05	Testigo 5 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	44780	15.25	183	245
06	Testigo 6 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	45246	15.25	183	248
07	Testigo 7 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	51101	15.22	182	281
08	Testigo 8 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	52482	15.32	184	285
09	Testigo 9 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	51792	15.27	183	283

M.P 2%PET = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	41692	15.24	182	228
02	Testigo 2 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	38786	15.24	182	213
03	Testigo 3 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	40239	15.24	182	221
04	Testigo 4 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	44280	15.26	183	242
05	Testigo 5 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	43835	15.22	182	241
06	Testigo 6 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	44058	15.24	182	241
07	Testigo 7 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	49481	15.19	181	273
08	Testigo 8 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	48054	15.28	183	262
09	Testigo 9 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	48768	15.23	182	268

M.P 4%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	38962	15.21	182	214
02	Testigo 2 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	39832	15.22	182	219
03	Testigo 3 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	39397	15.22	182	217
04	Testigo 4 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	43280	15.28	183	236
05	Testigo 5 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	41406	15.33	185	224
06	Testigo 6 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	42343	15.31	184	230
07	Testigo 7 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	47040	15.15	180	261
08	Testigo 8 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	45770	15.18	181	253
09	Testigo 9 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	46405	15.17	181	257

M.P 6%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 6% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	34222	15.24	182	188
02	Testigo 2 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	39029	15.27	183	213
03	Testigo 3 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	36626	15.26	183	200
04	Testigo 4 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	40364	15.28	183	220
05	Testigo 5 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	39063	15.33	185	212
06	Testigo 6 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	39713	15.30	184	216
07	Testigo 7 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	45225	15.34	185	245
08	Testigo 8 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	41872	15.32	184	227
09	Testigo 9 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	43548	15.33	185	236

M.P 8%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Resistencia a la tracción dividida (Concretos D21)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - D.P 210	210	10/06/2022	17/06/2022	7	58370	101	203	1.81
02	Testigo 2 - D.P 210	210	10/06/2022	17/06/2022	7	65950	102	202	2.04
03	Testigo 3 - D.P 210	210	10/06/2022	17/06/2022	7	62160	102	202	1.93
04	Testigo 4 - D.P 210	210	10/06/2022	24/06/2022	14	71910	101	202	2.24
05	Testigo 5 - D.P 210	210	10/06/2022	24/06/2022	14	62815	102	203	1.94
06	Testigo 6 - D.P 210	210	10/06/2022	24/06/2022	14	67360	101	202	2.09
07	Testigo 7 - D.P 210	210	10/06/2022	8/07/2022	28	77730	101	203	2.41
08	Testigo 8 - D.P 210	210	10/06/2022	8/07/2022	28	72880	102	203	2.25
09	Testigo 9 - D.P 210	210	10/06/2022	8/07/2022	28	75305	102	203	2.33

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
P: Carga  
d: Diámetro  
l: Longitud  
T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	64890	101	202	2.02
02	Testigo 2 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	58950	102	203	1.81
03	Testigo 3 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	61420	102	202	1.90
04	Testigo 4 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	73040	101	203	2.27
05	Testigo 5 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	60710	102	203	1.87
06	Testigo 6 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	65375	102	203	2.02
07	Testigo 7 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	76450	101	203	2.37
08	Testigo 8 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	70260	102	202	2.18
09	Testigo 9 - M.P 2%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	74360	102	202	2.31

Donde:

M.P 2%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

P: Carga

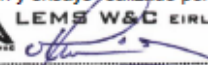
d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	59430	101	202	1.85
02	Testigo 2 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	59320	102	203	1.83
03	Testigo 3 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	59375	101	202	1.84
04	Testigo 4 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	65600	102	203	2.03
05	Testigo 5 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	61920	102	203	1.91
06	Testigo 6 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	62760	102	203	1.94
07	Testigo 7 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	70950	101	203	2.20
08	Testigo 8 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	71090	102	202	2.21
09	Testigo 9 - M.P 4%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	72020	101	202	2.23

Donde:  
 M.P 4%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% PET  
 P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENGRYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022


Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	59890	101	202	1.87
02	Testigo 2 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	55950	102	203	1.73
03	Testigo 3 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	57420	101	202	1.78
04	Testigo 4 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	55170	101	203	1.71
05	Testigo 5 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	65680	102	203	2.02
06	Testigo 6 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	60425	102	203	1.87
07	Testigo 7 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	69470	101	203	2.16
08	Testigo 8 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	65930	102	202	2.05
09	Testigo 9 - M.P 6%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	67700	101	202	2.10

Donde:  
 M.P 6%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 6% PET  
 P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	54590	101	202	1.70
02	Testigo 2 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	53710	101	203	1.66
03	Testigo 3 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	17/06/2022	7	53650	101	202	1.67
04	Testigo 4 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	57770	101	203	1.79
05	Testigo 5 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	56450	102	203	1.74
06	Testigo 6 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	24/06/2022	14	56610	102	203	1.75
07	Testigo 7 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	66020	101	203	2.05
08	Testigo 8 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	58610	101	202	1.82
09	Testigo 9 - M.P 8%PET	210	10/06/2022	8/07/2022	28	62315	101	202	1.93

Donde:

M.P 8%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Resistencia a la tracción dividida (Concretos D28)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Chiclayo – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - D.P 280	280	13/06/2022	20/06/2022	7	70750	101	203	2.20
02	Testigo 2 - D.P 280	280	13/06/2022	20/06/2022	7	76850	102	202	2.38
03	Testigo 3 - D.P 280	280	13/06/2022	20/06/2022	7	75350	102	202	2.34
04	Testigo 4 - D.P 280	280	13/06/2022	27/06/2022	14	83720	101	202	2.61
05	Testigo 5 - D.P 280	280	13/06/2022	27/06/2022	14	80820	102	203	2.49
06	Testigo 6 - D.P 280	280	13/06/2022	27/06/2022	14	81070	101	202	2.52
07	Testigo 7 - D.P 280	280	13/06/2022	11/07/2022	28	87830	101	203	2.72
08	Testigo 8 - D.P 280	280	13/06/2022	11/07/2022	28	86230	102	203	2.67
09	Testigo 9 - D.P 280	280	13/06/2022	11/07/2022	28	87530	102	203	2.71

Donde:

D.P 280 : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	70360	101	204	2.18
02	Testigo 2 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	85200	101	202	2.65
03	Testigo 3 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	77780	101	203	2.42
04	Testigo 4 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	84920	102	203	2.62
05	Testigo 5 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	84560	102	203	2.61
06	Testigo 6 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	84740	102	203	2.62
07	Testigo 7 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	88970	100	204	2.76
08	Testigo 8 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	88690	101	204	2.74
09	Testigo 9 - M.P 2%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	89300	101	204	2.76

Donde:

M.P 2%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura: Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	72810	100	204	2.26
02	Testigo 2 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	76470	100	205	2.37
03	Testigo 3 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	70640	100	204	2.19
04	Testigo 4 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	79070	100	203	2.48
05	Testigo 5 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	80270	100	202	2.52
06	Testigo 6 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	79670	100	202	2.50
07	Testigo 7 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	84220	100	205	2.61
08	Testigo 8 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	86370	100	207	2.65
09	Testigo 9 - M.P 4%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	86300	100	206	2.66

Donde:  
 M.P 4%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% PET  
 P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904


Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura: Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	69730	100	205	2.16
02	Testigo 2 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	71200	101	206	2.19
03	Testigo 3 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	69470	100	205	2.14
04	Testigo 4 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	75930	100	202	2.38
05	Testigo 5 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	76880	100	203	2.41
06	Testigo 6 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	75970	100	202	2.38
07	Testigo 7 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	80840	100	203	2.53
08	Testigo 8 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	76090	100	204	2.37
09	Testigo 9 - M.P 6%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	78470	100	204	2.45

Donde:  
 M.P 6%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% PET  
 P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	65160	100	204	2.03
02	Testigo 2 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	66410	100	204	2.06
03	Testigo 3 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	20/06/2022	7	65650	100	204	2.04
04	Testigo 4 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	73050	100	202	2.29
05	Testigo 5 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	67460	100	202	2.12
06	Testigo 6 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	27/06/2022	14	70255	100	202	2.20
07	Testigo 7 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	73760	101	205	2.28
08	Testigo 8 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	77670	100	205	2.40
09	Testigo 9 - M.P 8%PET	280	13/06/2022	11/07/2022	28	76620	101	205	2.37

Donde:

M.P 8%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Resistencia a la flexión (Concretos D21)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 00608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaolado (Díac)	Fecha de ensayo (Díac)	Edad (Díac)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 210	10/06/2022	17/06/2022	7	27160	450	150	150	0	3.62	36.93
02	Testigo 2 - D.Patrón 210	10/06/2022	17/06/2022	7	24570	450	150	150	0	3.28	33.41
03	Testigo 3 - D.Patrón 210	10/06/2022	17/06/2022	7	25865	450	150	150	0	3.45	35.17
04	Testigo 4 - D.Patrón 210	10/06/2022	24/06/2022	14	28370	450	150	150	0	3.78	38.57
05	Testigo 5 - D.Patrón 210	10/06/2022	24/06/2022	14	27660	450	150	150	0	3.69	37.61
06	Testigo 6 - D.Patrón 210	10/06/2022	24/06/2022	14	28015	450	150	150	0	3.74	38.09
07	Testigo 7 - D.Patrón 210	10/06/2022	8/07/2022	28	29180	450	150	150	0	3.89	39.67
08	Testigo 8 - D.Patrón 210	10/06/2022	8/07/2022	28	30720	450	150	150	0	4.10	41.77
09	Testigo 9 - D.Patrón 210	10/06/2022	8/07/2022	28	29950	450	150	150	0	3.99	40.72

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaolado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 2%PET	10/06/2022	17/06/2022	7	24540	450	150	150	0	3.27	33.37
02	Testigo 2 - M.P 2%PET	10/06/2022	17/06/2022	7	26460	450	150	150	0	3.53	35.98
03	Testigo 3 - M.P 2%PET	10/06/2022	17/06/2022	7	25500	450	150	150	0	3.40	34.67
04	Testigo 4 - M.P 2%PET	10/06/2022	24/06/2022	14	25940	450	150	150	0	3.46	35.27
05	Testigo 5 - M.P 2%PET	10/06/2022	24/06/2022	14	28860	450	150	150	0	3.85	39.24
06	Testigo 6 - M.P 2%PET	10/06/2022	24/06/2022	14	27730	450	150	150	0	3.70	37.70
07	Testigo 7 - M.P 2%PET	10/06/2022	8/07/2022	28	29390	450	150	150	0	3.92	39.96
08	Testigo 8 - M.P 2%PET	10/06/2022	8/07/2022	28	28510	450	150	150	0	3.80	38.76
09	Testigo 9 - M.P 2%PET	10/06/2022	8/07/2022	28	28150	450	150	150	0	3.75	38.27

M.P 2%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaolado (Diac)	Fecha de ensayo (Diac)	Edad (Diac)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 4%PET	10/06/2022	17/06/2022	7	23710	450	150	150	0	3.16	32.24
02	Testigo 2 - M.P 4%PET	10/06/2022	17/06/2022	7	25790	450	150	150	0	3.44	35.06
03	Testigo 3 - M.P 4%PET	10/06/2022	17/06/2022	7	24680	450	150	150	0	3.29	33.56
04	Testigo 4 - M.P 4%PET	10/06/2022	24/06/2022	14	26240	450	150	150	0	3.50	35.68
05	Testigo 5 - M.P 4%PET	10/06/2022	24/06/2022	14	25390	450	150	150	0	3.39	34.52
06	Testigo 6 - M.P 4%PET	10/06/2022	24/06/2022	14	26000	450	150	150	0	3.47	35.35
07	Testigo 7 - M.P 4%PET	10/06/2022	8/07/2022	28	25970	450	150	150	0	3.46	35.31
08	Testigo 8 - M.P 4%PET	10/06/2022	8/07/2022	28	26690	450	150	150	0	3.56	36.29
09	Testigo 9 - M.P 4%PET	10/06/2022	8/07/2022	28	26630	450	150	150	0	3.55	36.21

M.P 4%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de volado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 6% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	22700	450	150	150	0	3.03	30.86
02	Testigo 2 - M.P 6% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	23880	450	150	150	0	3.18	32.47
03	Testigo 3 - M.P 6% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	23290	450	150	150	0	3.11	31.67
04	Testigo 4 - M.P 6% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	25790	450	150	150	0	3.44	35.06
05	Testigo 5 - M.P 6% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	23650	450	150	150	0	3.15	32.16
06	Testigo 6 - M.P 6% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	24820	450	150	150	0	3.31	33.75
07	Testigo 7 - M.P 6% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	23240	450	150	150	0	3.10	31.60
08	Testigo 8 - M.P 6% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	27060	450	150	150	0	3.61	36.79
09	Testigo 9 - M.P 6% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	25170	450	150	150	0	3.36	34.22

M.P 6%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 6% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



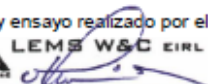
Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 08 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078-2012


Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaolado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>y</sub> (Mpa)	M <sub>x</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 8% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	19700	450	150	150	0	2.63	26.78
02	Testigo 2 - M.P 8% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	24430	450	150	150	0	3.26	33.22
03	Testigo 3 - M.P 8% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	19850	450	150	150	0	2.65	26.99
04	Testigo 4 - M.P 8% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	21580	450	150	150	0	2.88	29.34
05	Testigo 5 - M.P 8% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	23870	450	150	150	0	3.18	32.45
06	Testigo 6 - M.P 8% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	22640	450	150	150	0	3.02	30.78
07	Testigo 7 - M.P 8% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	22350	450	150	150	0	2.98	30.39
08	Testigo 8 - M.P 8% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	24670	450	150	150	0	3.29	33.54
09	Testigo 9 - M.P 8% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	23750	450	150	150	0	3.17	32.29

M.P 8%PET = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Resistencia a la flexión (Concretos D28)



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chidayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>s</sub> (Mpa)	M <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.P 280	13/06/2022	20/06/2022	7	29660	450	150	150	0	3.95	40.33
02	Testigo 2 - D.P 280	13/06/2022	20/06/2022	7	27950	450	150	150	0	3.73	38.00
03	Testigo 3 - D.P 280	13/06/2022	20/06/2022	7	28530	450	150	150	0	3.80	38.79
04	Testigo 4 - D.P 280	13/06/2022	27/06/2022	14	31260	450	150	150	0	4.17	42.50
05	Testigo 5 - D.P 280	13/06/2022	27/06/2022	14	30780	450	150	150	0	4.10	41.85
06	Testigo 6 - D.P 280	13/06/2022	27/06/2022	14	31410	450	150	150	0	4.19	42.71
07	Testigo 7 - D.P 280	13/06/2022	11/07/2022	28	35370	450	150	150	0	4.72	48.09
08	Testigo 8 - D.P 280	13/06/2022	11/07/2022	28	33330	450	150	150	0	4.44	45.32
09	Testigo 9 - D.P 280	13/06/2022	11/07/2022	28	34520	450	150	150	0	4.60	46.93

D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaolado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>y</sub> (Mpa)	M <sub>x</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 2%PET	13/06/2022	20/06/2022	7	30750	450	150	150	0	4.10	41.81
02	Testigo 2 - M.P 2%PET	13/06/2022	20/06/2022	7	28380	450	150	150	0	3.78	38.59
03	Testigo 3 - M.P 2%PET	13/06/2022	20/06/2022	7	29270	450	150	150	0	3.90	39.80
04	Testigo 4 - M.P 2%PET	13/06/2022	27/06/2022	14	32110	450	150	150	0	4.28	43.66
05	Testigo 5 - M.P 2%PET	13/06/2022	27/06/2022	14	31170	450	150	150	0	4.16	42.38
06	Testigo 6 - M.P 2%PET	13/06/2022	27/06/2022	14	31630	450	150	150	0	4.22	43.00
07	Testigo 7 - M.P 2%PET	13/06/2022	11/07/2022	28	33650	450	150	150	0	4.49	45.75
08	Testigo 8 - M.P 2%PET	13/06/2022	11/07/2022	28	36140	450	150	150	0	4.82	49.14
09	Testigo 9 - M.P 2%PET	13/06/2022	11/07/2022	28	34370	450	150	150	0	4.58	46.73

M.P 2%PET = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaolado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>y</sub> (Mpa)	M <sub>x</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 4%PET	13/06/2022	20/06/2022	7	26160	450	150	150	0	3.49	35.57
02	Testigo 2 - M.P 4%PET	13/06/2022	20/06/2022	7	30240	450	150	150	0	4.03	41.12
03	Testigo 3 - M.P 4%PET	13/06/2022	20/06/2022	7	28030	450	150	150	0	3.74	38.11
04	Testigo 4 - M.P 4%PET	13/06/2022	27/06/2022	14	31250	450	150	150	0	4.17	42.49
05	Testigo 5 - M.P 4%PET	13/06/2022	27/06/2022	14	29590	450	150	150	0	3.95	40.23
06	Testigo 6 - M.P 4%PET	13/06/2022	27/06/2022	14	30420	450	150	150	0	4.06	41.36
07	Testigo 7 - M.P 4%PET	13/06/2022	11/07/2022	28	32520	450	150	150	0	4.34	44.22
08	Testigo 8 - M.P 4%PET	13/06/2022	11/07/2022	28	33610	450	150	150	0	4.48	45.70
09	Testigo 9 - M.P 4%PET	13/06/2022	11/07/2022	28	33060	450	150	150	0	4.41	44.95

M.P 4%PET = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de volado (Díac)	Fecha de ensayo (Díac)	Edad (Díac)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>y</sub> (Mpa)	M <sub>x</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 6% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	25200	450	150	150	0	3.36	34.26
02	Testigo 2 - M.P 6% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	26310	450	150	150	0	3.77	38.49
03	Testigo 3 - M.P 6% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	26755	450	150	150	0	3.57	36.38
04	Testigo 4 - M.P 6% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	29140	450	150	150	0	3.89	39.62
05	Testigo 5 - M.P 6% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	28890	450	150	150	0	3.85	39.28
06	Testigo 6 - M.P 6% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	29015	450	150	150	0	3.87	39.45
07	Testigo 7 - M.P 6% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	30850	450	150	150	0	4.11	41.94
08	Testigo 8 - M.P 6% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	31190	450	150	150	0	4.16	42.41
09	Testigo 9 - M.P 6% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	31020	450	150	150	0	4.14	42.18

M.P 6%PET = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 6% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1805A-22/ LEMS W&C**  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaotado (Diac)	Fecha de ensayo (Diac)	Edad (Diac)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>y</sub> (Mpa)	M <sub>x</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	32.64
02	Testigo 2 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	35.35
03	Testigo 3 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	34.00
04	Testigo 4 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	36.72
05	Testigo 5 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	38.11
06	Testigo 6 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	36.34
07	Testigo 7 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	38.46
08	Testigo 8 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	41.07
09	Testigo 9 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	24010	450	150	150	0	3.20	39.77

M.P 8%PET = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Módulo de elasticidad (Concretos D21)



Certificado INDECOP N° 00137704 (RNP Servicios 5050555)

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chilcayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chilcayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Viernes, 8 de julio del 2022.  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACION	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - D.P 210	10/06/2022	17/06/2022	7	199.22	80	12.96442	0.000362	214199	215500
Testigo 2 - D.P 210	10/06/2022	17/06/2022	7	202.18	81	12.60995	0.000360	219969	
Testigo 3 - D.P 210	10/06/2022	17/06/2022	7	198.37	79	11.48669	0.000370	212332	
Testigo 4 - D.P 210	10/06/2022	24/06/2022	14	208.44	83	14.39306	0.000362	220865	224927
Testigo 5 - D.P 210	10/06/2022	24/06/2022	14	209.59	84	14.35015	0.000356	226830	
Testigo 6 - D.P 210	10/06/2022	24/06/2022	14	212.77	85	14.06004	0.000363	227087	
Testigo 7 - D.P 210	10/06/2022	8/07/2022	28	212.83	85	16.19334	0.000345	233546	235983
Testigo 8 - D.P 210	10/06/2022	8/07/2022	28	217.37	87	16.07495	0.000351	235696	
Testigo 9 - D.P 210	10/06/2022	8/07/2022	28	219.90	88	16.07839	0.000351	238708	

Donde :

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 8 de julio del 2022.

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 2% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	196.49	79	11.16141	0.000364	214819	212878
Testigo 2 - M.P 2% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	195.15	78	11.38322	0.000362	214002	
Testigo 3 - M.P 2% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	195.82	78	11.40824	0.000369	209812	
Testigo 4 - M.P 2% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	206.60	83	13.75462	0.000359	223074	220256
Testigo 5 - M.P 2% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	208.23	83	13.80807	0.000365	220457	
Testigo 6 - M.P 2% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	206.83	83	13.52502	0.000369	217236	
Testigo 7 - M.P 2% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	210.31	84	14.82343	0.000355	227151	227968
Testigo 8 - M.P 2% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	209.32	84	14.74042	0.000356	225337	
Testigo 9 - M.P 2% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	208.09	83	13.46168	0.000352	231416	

Donde :

M.P 2%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 8 de julio del 2022.

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_1$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 4% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	190.82	76	10.76693	0.000363	209215	207951
Testigo 2 - M.P 4% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	188.80	76	11.38322	0.000364	204007	
Testigo 3 - M.P 4% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	187.73	75	10.94260	0.000355	210632	
Testigo 4 - M.P 4% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	202.22	81	12.93796	0.000368	213879	212099
Testigo 5 - M.P 4% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	203.83	82	13.12537	0.000376	209763	
Testigo 6 - M.P 4% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	204.47	82	12.84759	0.000374	212655	
Testigo 7 - M.P 4% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	208.08	83	14.24615	0.000364	219529	217111
Testigo 8 - M.P 4% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	203.39	81	14.98785	0.000362	212590	
Testigo 9 - M.P 4% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	209.97	84	14.83891	0.000365	219213	

Donde :  
 M.P 4%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% PET

Observaciones:  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 8 de julio del 2022.

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_1$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 6% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	182.39	73	10.69706	0.000369	195126	196995
Testigo 2 - M.P 6% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	183.27	73	10.91197	0.000369	195533	
Testigo 3 - M.P 6% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	185.14	74	11.98440	0.000360	200326	
Testigo 4 - M.P 6% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	202.97	81	14.20436	0.000385	200116	200404
Testigo 5 - M.P 6% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	198.43	79	13.34190	0.000385	197175	
Testigo 6 - M.P 6% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	203.30	81	13.96912	0.000380	203921	
Testigo 7 - M.P 6% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	199.98	80	14.29792	0.000368	206278	208899
Testigo 8 - M.P 6% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	198.07	79	14.45754	0.000361	208487	
Testigo 9 - M.P 6% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	200.16	80	13.92990	0.000362	211933	

Donde :  
 M.P 6%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 6% PET

Observaciones:  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Viernes, 8 de julio del 2022.

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 8% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	177.22	71	10.28228	0.000367	191142	190469
Testigo 2 - M.P 8% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	179.47	72	10.69727	0.000374	188445	
Testigo 3 - M.P 8% PET	10/06/2022	17/06/2022	7	177.20	71	10.81319	0.000363	191820	
Testigo 4 - M.P 8% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	194.32	78	13.01318	0.000384	193881	195635
Testigo 5 - M.P 8% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	190.63	76	12.68436	0.000374	196271	
Testigo 6 - M.P 8% PET	10/06/2022	24/06/2022	14	191.32	77	12.70189	0.000374	196754	
Testigo 7 - M.P 8% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	194.80	78	13.65784	0.000371	200321	201554
Testigo 8 - M.P 8% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	196.38	79	13.40097	0.000369	204308	
Testigo 9 - M.P 8% PET	10/06/2022	8/07/2022	28	194.12	78	12.87614	0.000374	200034	

Donde :  
 M.P 8%PET : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Módulo de elasticidad (Concretos D28)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chilcayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycelf@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
Proyecto / Obra : TTESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chilcayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaclado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - D.P 280	13/06/2022	20/06/2022	7	246.67	99	13.12221	0.000426	227677	224033
Testigo 2 - D.P 280	13/06/2022	20/06/2022	7	243.08	97	13.52909	0.000426	222405	
Testigo 3 - D.P 280	13/06/2022	20/06/2022	7	243.72	97	13.37387	0.000429	222017	
Testigo 4 - D.P 280	13/06/2022	27/06/2022	14	280.27	112	15.12143	0.000463	234960	233807
Testigo 5 - D.P 280	13/06/2022	27/06/2022	14	277.25	111	15.50136	0.000463	230760	
Testigo 6 - D.P 280	13/06/2022	27/06/2022	14	283.38	113	15.00728	0.000467	235700	
Testigo 7 - D.P 280	13/06/2022	11/07/2022	28	300.39	120	17.17656	0.000467	246973	245933
Testigo 8 - D.P 280	13/06/2022	11/07/2022	28	303.68	121	17.10563	0.000483	241287	
Testigo 9 - D.P 280	13/06/2022	11/07/2022	28	298.65	119	17.40082	0.000459	249539	

Donde :

D.P 280 : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_x (S_x)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 2% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	236.70	95	13.06970	0.000421	219862	220658
Testigo 2 - M.P 2% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	233.98	94	13.15347	0.000411	222970	
Testigo 3 - M.P 2% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	237.65	95	12.96460	0.000425	219143	
Testigo 4 - M.P 2% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	271.43	109	14.64778	0.000460	228985	226054
Testigo 5 - M.P 2% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	266.60	107	14.49708	0.000461	224076	
Testigo 6 - M.P 2% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	270.75	108	14.82487	0.000465	225100	
Testigo 7 - M.P 2% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	298.61	119	16.96929	0.000479	238705	235870
Testigo 8 - M.P 2% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	297.23	119	16.73471	0.000485	234717	
Testigo 9 - M.P 2% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	300.18	120	16.77191	0.000491	234188	

Donde:

M.P 2%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% PET

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 4% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	231.38	93	12.22146	0.000423	215217	214787
Testigo 2 - M.P 4% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	228.21	91	11.84405	0.000417	216644	
Testigo 3 - M.P 4% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	234.70	94	12.45086	0.000433	212498	
Testigo 4 - M.P 4% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	259.90	104	14.02631	0.000463	217660	219532
Testigo 5 - M.P 4% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	262.14	105	14.20347	0.000457	222767	
Testigo 6 - M.P 4% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	257.85	103	14.01562	0.000459	218168	
Testigo 7 - M.P 4% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	293.53	117	15.70001	0.000498	227012	225231
Testigo 8 - M.P 4% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	290.45	116	15.96777	0.000496	224857	
Testigo 9 - M.P 4% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	288.52	115	14.94914	0.000499	223825	

Donde :

M.P 4%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% PET

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 6% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	230.93	92	12.13300	0.000443	204265	204123
Testigo 2 - M.P 6% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	228.35	91	12.37105	0.000432	206610	
Testigo 3 - M.P 6% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	232.94	93	12.34186	0.000451	201493	
Testigo 4 - M.P 6% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	253.88	102	13.69036	0.000472	208032	208713
Testigo 5 - M.P 6% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	249.97	100	13.48805	0.000470	206012	
Testigo 6 - M.P 6% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	248.46	99	13.63482	0.000454	212096	
Testigo 7 - M.P 6% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	283.47	113	15.25906	0.000488	223920	220477
Testigo 8 - M.P 6% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	279.83	112	15.21465	0.000495	217485	
Testigo 9 - M.P 6% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	282.22	113	15.01350	0.000495	220025	

Donde :

M.P 6%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 6% PET

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1805A-22/ LEMS W&C  
 Solicitante : CLARA MERCEDES DÁVILA GAMONAL  
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, INCORPORANDO PARCIALMENTE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO FINO"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Miércoles, 18 de mayo del 2022  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 20 de junio del 2022  
 Fin de Ensayo : Lunes, 11 de julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	225.46	90	11.98273	0.000451	194805	194976
Testigo 2 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	222.66	89	11.82612	0.000452	192114	
Testigo 3 - M.P 8% PET	13/06/2022	20/06/2022	7	226.10	91	12.04083	0.000450	198009	
Testigo 4 - M.P 8% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	244.99	98	13.02033	0.000472	201264	202932
Testigo 5 - M.P 8% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	242.46	97	12.96104	0.000463	203335	
Testigo 6 - M.P 8% PET	13/06/2022	27/06/2022	14	247.19	99	13.15934	0.000470	204198	
Testigo 7 - M.P 8% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	274.56	110	14.75064	0.000496	213054	214550
Testigo 8 - M.P 8% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	277.45	111	14.65842	0.000496	216163	
Testigo 9 - M.P 8% PET	13/06/2022	11/07/2022	28	275.44	110	14.63147	0.000496	214433	

Donde:

M.P 8%PET : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 8% PET

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 2. Panel fotográfico

### VISITA DE LAS PRINCIPALES CANTERAS DE LA REGIÓN.



Cantera "Castro I" – Zaña.



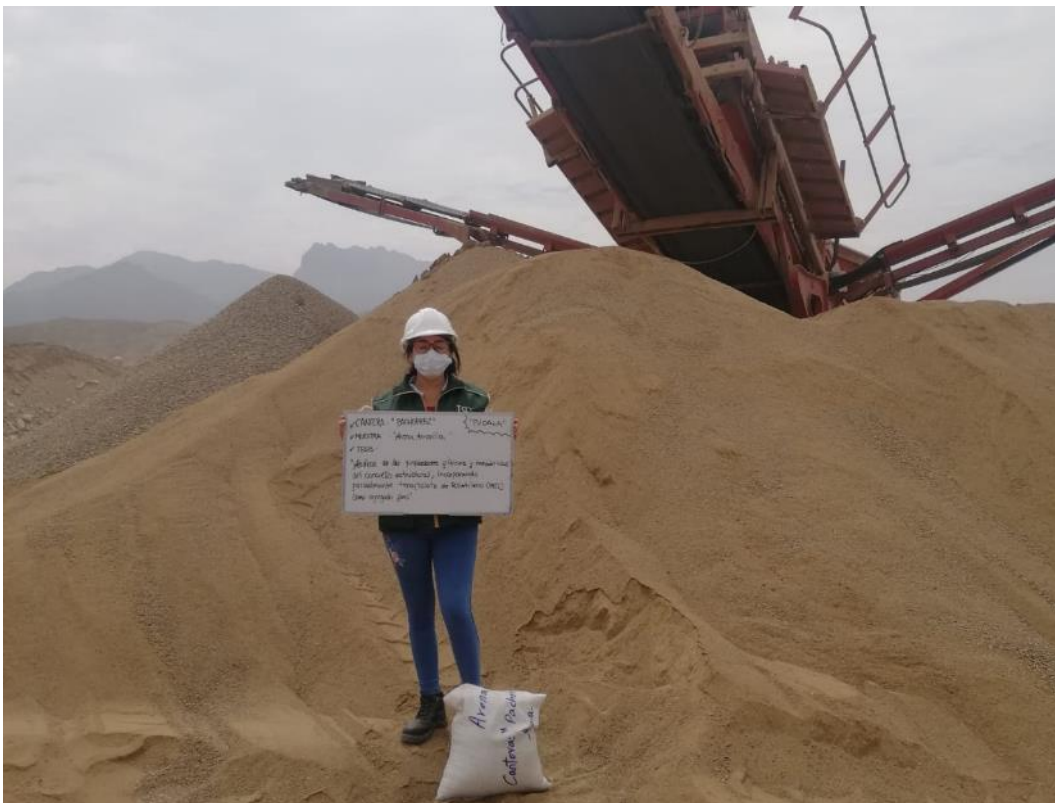
Cantera “La Victoria” – Pátapo.



Cantera “Tres Tomas / Bomboncitos” – Ferreñafe.



Cantera “Tres Tomas / Bomboncitos” – Ferreñafe.



Cantera “Pacherrez” – Pucalá.



Cantera "Pacherrez" – Pucalá.

### ENSAYOS A LOS AGREGADOS PÉTREOS.



Ensayo de análisis granulométrico de los agregados.



Ensayo de peso unitario de los agregados.



Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

## RECICLADO Y TRITURACIÓN DEL PLÁSTICO PET



Reciclaje de botellas plásticas.



Trituración de las botellas plásticas PET en máquina trituradora.

### ENSAYOS AL PET RECICLADO TRITURADO



Ensayo de análisis granulométrico del PET reciclado.



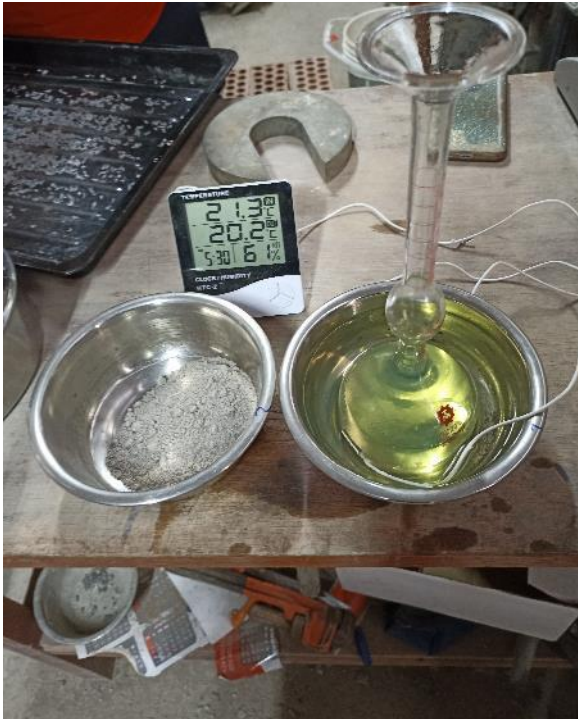
Ensayo de peso unitario del PET reciclado.



Ensayo de peso específico del PET reciclado.



## ENSAYOS AL CEMENTO



Ensayo de peso específico del cemento.

## PREPARACIÓN DE LOS TESTIGOS DE CONCRETO



Moldeo de vigas y probetas de concreto.

## ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO



Ensayo de asentamiento o slump.



Ensayo de control de temperatura.



Ensayo de peso unitario.



Ensayo de contenido de aire.

## ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO



Ensayo de resistencia a la compresión.





Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.





Ensayo de resistencia a la flexión.





Ensayo de módulo de elasticidad.