



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Efecto de las Fibras de Politereftalato de Etileno en la Resistencia a la Compresión del Concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2022

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

AUTORES:

Gonzales Garcia Fransheska Katerine (orcid.org/:0000-0002-2957-1566)

Guerrero Quesquen Roni Ronaldo (orcid.org/:0000-0001-6348-3351)

ASESOR:

Mg. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto (orcid.org/:0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A Mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y que de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Fransheska Katerine

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mis padres, pues sin ellos no la habría logrado.

Sus diarias bendiciones a lo largo de mi vida me protegen y me llevan por el camino del bien.

Por eso y más les doy mi trabajo en ofrenda de su paciencia y amor

Padres míos, los amo

Roni Ronaldo

Agradecimiento

El principal agradecimiento a Dios quién me ha guiado
y me ha dado la fortaleza para seguir adelante

A mi familia por su comprensión y estímulo constante,
además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y a todas las personas que de una y otra forma me
apoyaron en la realización de este trabajo

Fransheska Katerine

En primera instancia agradezco a mis formadores,
personas de gran sabiduría quienes se han esforzado
por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las
ganas de transmitirme sus conocimientos y
dedicación que los ha regido, he logrado
importantes objetivos como culminar exitosamente
mi tesis, logrando así mi titulación profesional

Roni Ronaldo

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. Introducción	1
II. Marco teórico	4
III. Metodología	19
3.1 Tipo y diseño de la investigación	20
3.2 Variables y su operacionalización	21
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	21
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	22
3.5 Procedimientos	22
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos éticos	23
IV. Resultados.....	24
V. Discusión	31
VI. Conclusiones	35
VII. Recomendaciones	37
Referencias.....	39
Anexos.....	45

Índice de tablas

Tabla 1 Factores a considerar para el reciclado de las fibras PET	14
Tabla 2 Diseño de la investigación	21
Tabla 3 Resumen comparativo de las resistencias a la compresión sin y con fibras PET en la elaboración del concreto 210 Kg/cm ²	25
Tabla 4 Diseño de mezcla ACI para concreto 210 Kg/cm ²	27
Tabla 5 Dosificación de la fibra PET por Kg de cemento.....	27
Tabla 6 Resultados de la prueba de resistencia a la compresión con y sin fibras PET	28
Tabla 7 Resultado de las pruebas de significación t de Student de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² según las dosis de PET empleada ..	30
Tabla 8 Material fino pasante y retenido (ASTM D- 421).....	49
Tabla 9 Material grueso pasante y retenido (ASTM D – 421)	50
Tabla 10 Humedad natural del agregado fino	52
Tabla 11 Humedad natural del agregado grueso	52
Tabla 12 Determinación del peso específico agregado fino	53
Tabla 13 Determinación del peso específico del agregado grueso	53
Tabla 14 Determinación del porcentaje de absorción del agregado fino	54
Tabla 15 Determinación del porcentaje de absorción del agregado grueso	54
Tabla 17 Determinación del peso unitario seco y compactado del agregado grueso	55
Tabla 18 Determinación del peso unitario suelto y seco.....	56
Tabla 19 Determinación del peso unitario suelto y seco.....	56
Tabla 20 Parámetros de diseño del concreto	57
Tabla 21 Parámetros físicos de los agregados empleados	57
Tabla 22 Dosis de fibras PET.....	61
Tabla 23 Asentamiento o slump según aplicación del concreto	62
Tabla 24 Requerimientos de agua y contenido de aire en términos del Slump	62

Tabla 25 Volumen del agregado grueso en función del volumen del concreto	63
Tabla 26 Porcentaje de aire atrapado y diámetro máximo del agregado grueso	63
Tabla 27 Relación agua cemento y resistencia a la compresión a los 28 días	63

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Composición del Tereftalato de Polietileno.....	11
Figura 2: Esquema del proceso de reciclado mecánico de las fibras PET.....	12
Figura 3: Reciclado químico de la fibra PET	13
Figura 4: Diseño de la investigación.....	20
Figura 5: Diagrama de flujo de los procedimientos realizados.....	22
Figura 6: Resistencia a la compresión sin PET y con PET	26
Figura 7: Resistencia a la compresión sin PET y con PET en las dosis de 1%, 2.5% y 5% en peso del cemento	28
Figura 8: Desviación estándar observada en los ensayos de resistencia a la compresión.....	29
Figura 9: Curva granulométrica para el material fino (arena gruesa).....	50
Figura 10: Curva granulométrica agregado grueso	51
Figura 11: Material PET	79
Figura 12: Llegada de los tesisistas al laboratorio	79
Figura 13: Preparando granulometría	79
Figura 14: Alistando materiales.....	79
Figura 15: Preparando la muestra.....	80
Figura 16: Colocando en autoclave.....	80
Figura 17: Pesando agregado grueso	80
Figura 18: Vertiendo agregado grueso en mallas	80
Figura 19: Ordenando tamices	81
Figura 20: Pesando fibras PET	81
Figura 21: Observando menisco	81
Figura 22: Determinando volumen	81
Figura 23: Día de elaboración de especímenes	82
Figura 24: Adicionando las fibras PET al concreto	82

Figura 25: Completando las cubetas	82
Figura 26: Cubetas datadas y clasificadas por concentración de PET	82
Figura 27: Varillado del concreto.....	83
Figura 28: Rasado del concreto	83
Figura 29: Retiro del cono	83
Figura 30: Medición Slump.....	83
Figura 31: Equipo para ensayo de rotura	84
Figura 32: Ajuste de especímenes	84
Figura 33: Momento de la rotura	84
Figura 34: Espécimen roto	84

Resumen

La búsqueda de mejores y menos contaminantes materiales es el constante compromiso de los investigadores a nivel mundial. En efecto, la tendencia a reemplazar los elementos contaminantes por otros cada vez más amigables con el medio ambiente ubican la presente investigación con el actual giro de los estudios en ingeniería. Es así como se enfocó la problemática de contaminación a nivel global originada por el plástico de las botellas de bebidas y una posible contribución en su alivio estudiando el efecto que tiene la adición de fibras recicladas de tales botellas en ciertas prestaciones mecánicas del concreto. Los resultados muestran una mejora estadísticamente significativa (95% de confianza y $p \approx 0$) en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² fabricado adicionando fibras de politereftalato de etileno [PET], respecto del espécimen de referencia; de igual forma los ensayos de campo señalan que la mejor dosis fue la de 2.5% en peso de la fibra estudiada respecto al peso del cemento empleado en la dosis del concreto patrón o referencia. Los ensayos de campo incluyeron tres repeticiones por cada dosis de fibras ensayada (1%, 2.5% y 5%), midiéndose por rotura la resistencia a los 7, 14 y 28 días de edad.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, fibras PET, concreto 210 Kg/cm², medioambiente

Abstract

The search for better and less polluting materials is the constant commitment of researchers worldwide. Indeed, the tendency to replace polluting elements with others that are increasingly friendly to the environment places this research with the current turn of engineering studies. This is how the global pollution problem caused by the plastic in beverage bottles was focused and a possible contribution to its relief by studying the effect that the addition of recycled fibers from such bottles has on certain mechanical performance of concrete. The results show a statistically significant improvement (95% confidence and $p \approx 0$) in the compressive strength of the 210 Kg/cm² concrete made by adding polyethylene terephthalate fibers [PET], compared to the reference specimen; In the same way, the field tests indicate that the best dose was 2.5% by weight of the fiber studied with respect to the weight of the cement used in the dose of the standard or reference concrete. The field tests included three repetitions for each dose of fibers tested (1%, 2.5% and 5%), measuring the resistance at 7, 14 and 28 days of age by breaking.

Keywords: Compressive strength, PET fibers, concrete 210 Kg/cm², environment

I. INTRODUCCIÓN

En una cultura de cuidado y atención ambiental, la preocupación por el incremento de los residuos sólidos son cuestión constante en las actividades humanas con impacto en este sensible tema. En efecto, los residuos sólidos se corresponden con la producción a nivel global, por ejemplo de plástico, que en época de prepandemia, ascendió a 368×10^6 Tn en el 2019, según (Plastics Europe como se citó en El Peruano, 2022). Tal como lo refiere CEPAL (2019), es en esta realidad que los esfuerzos de las autoridades y población se enfoca en su control, reducción y reutilización con el fin de preservar la habitabilidad en el planeta manteniendo, en muchos casos, las ya precarias condiciones ambientales actuales.

De otro lado, la producción de cemento y concreto representa un importante 8% en la producción mundial de CO_2 (BBC News, 2018), por lo que corresponde enfocar la atención en su cuidado, buscando medidas para lograr rendimientos adecuados del concreto con cada vez menos cemento. Es así como numerosas investigaciones a nivel orbe se han enfocado buscando nuevos y mejores aditamentos para este propósito (CEMEX, 2018).

Atendiendo a ambas realidades, se ha identificado la problemática referente al mejoramiento de las prestaciones del concreto mediante el empleo de fibra de politereftalato de etileno [PET] reciclado a partir de botellas en deshecho de bebidas gasificadas y/o agua de mesa. Es así como la investigación se encaminó, buscando determinar el comportamiento del concreto con la adición de tres dosis diferentes de fibras PET a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto, empleando como indicador de desempeño, la resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm^2 .

La investigación se justifica en la medida que su resultado tiene varias aplicaciones, a saber: primero, contribuye con el medio ambiente promoviendo el empleo de material de desecho; segundo, propicia la reducción de requerimiento de cemento; y tercero, busca la mejora del desempeño del concreto. En efecto, la producción diaria de botellas plásticas, solo en Lima y Callao, es de 430 Tn (Diario Gestión, 2016), cifra que permite formarse una idea de la magnitud del problema de contaminación ambiental en nuestro medio. Los empeños en la conservación ambiental a nivel global, y

nacional, justifican la investigación por su potencial de aplicación y prometedor resultado atendiendo al resultado obtenido, coincidente con los antecedentes consultados a nivel internacional en países de todo orden de desarrollo; y, desde luego, con las consultas a nivel nacional. Respecto del cemento, la producción de este importante indicador económico genera, sin duda, un importante impacto ambiental, con incidencia severa en lo social, económico y cultural (Gonzales y Saldaña, 2020). Una potencial aplicación de resultado de la investigación es la suplencia parcial del cemento por las fibras PET, buscando equiparar el nivel de rendimiento especificado del concreto 210 Kg/cm². De igual forma la investigación se justifica por el ahorro dinerario que una reducción en la cantidad de cemento adquirida representa para el propietario o la Unidad Ejecutora. El desempeño mejorado del concreto, el tercer justificante de la investigación es sin duda un factor de primera importancia, considerando que contribuirá a lograr las especificaciones estructurales especificadas aún en condiciones, probablemente, de autoconstrucción. En efecto, considerando en perspectiva, la autoconstrucción es el método preponderante (80%) de edificación a nivel nacional (Chalco, 2021) lo que conlleva a procesos constructivos de dudosa calidad, aumentándose por tanto la probabilidad de tener, en una misma edificación, concreto de varios valores de resistencia y desempeño; es en estas condiciones que contar con un elemento que asegure un incremento en el desempeño del concreto, resulta crucial, por coadyuvar a lograr que el elemento resistente de menor desempeño, se encuentre dentro del margen especificado.

Aplicaciones y beneficios concomitantes del resultado de la investigación se derivan de las propiedades físicas de la fibra PET. Es así como la teoría señala que la fibra evaluada tiene una muy larga vida gracias a la regularidad molecular que posee, demostrando alta dureza y tenacidad, soportando temperaturas de hasta 70 grados sin perder sus propiedades (Tecnología de plásticos, 2011). Estas cualidades justifican la investigación empleando un material de desecho que cada vez es mejor considerado y valorado en la también creciente tendencia a la responsabilidad y conciencia ambiental.

II. MARCO TEÓRICO

En Malaysia, Samsudin et al., (2021) en su artículo científico “Investigation on polyethylene terephthalate [PET] waste fiber performances in concrete material” en atención a las excelentes propiedades mecánicas y dieléctricas del PET se determinaron a estudiar el efecto de su adición como elemento reforzante del concreto. Los investigadores evaluaron la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de curado del concreto, determinando además la dosis de PET para una mejora máxima en la resistencia a la flexión y compresión del concreto.

Los investigadores concluyen señalando que un 1.0 % de PET en el concreto logra la máxima resistencia a la flexión y a la compresión a los 28 días de curado del concreto, cuando se compara con otros valores de dosis de PET en la elaboración del concreto. Los autores refieren que la resistencia máxima lograda con esta dosis fue de 507.82 Kg/cm². Los autores también refieren la mejora en el cuidado ambiental que se lograría con la masificación de PET como agregado mejorador del concreto, debido a la reducción de botellas de bebidas vacías como deshechos a nivel global.

En la India, Rathod y Khedikar (2021) publicaron su investigación “Feasibility study of concrete by using polyethylene terephthalate fiber in enhancing the mechanical properties of concrete” donde emplearon y evaluaron los resultados del empleo de fibras de PET como mejoradores de las cualidades mecánicas del concreto, densidad y los módulos de elasticidad estáticos y dinámicos, y, de resistencia a la compresión. Los autores refieren un estimado de 15.3 Tn de producción diaria de residuos plásticos en su país, lo cual constituye un problema serio de contaminación. Buscando además mejorar la resistencia a la tensión del concreto se emplean ampliamente fibras plásticas, siendo el PET una de ellas.

Los autores concluyen que la forma de la fibra PET influye en la mejora de la resistencia global del concreto, debido, explican, a su mayor área. Para los autores, los mejores resultados para todas las evaluaciones realizadas se obtuvieron con una dosis del 0.4 % con la forma o perfil óptimo de PET, por ejemplo en la prueba de la resistencia a la compresión. Las pruebas de velocidad de pulso ultrasónico (UPV) también fueron mejores con la dosis de PET antes señalada.

Mientras tanto, en Italia, Signorini & Volpini (2021) publicaron el paper “Mechanical Performance of Fiber Reinforced Cement Composites Including Fully-Recycled Plastic Fibers” donde señalan la ventaja ambiental de emplear las fibras plásticas de desecho, señalando su gran disponibilidad y consecuente bajo costo. La investigación empleó fibras completamente recicladas en la preparación de concreto y evaluando la resistencia a la compresión del concreto. Los investigadores también compararon si había diferencia entre las fibras vírgenes y las de botellas recicladas.

Los autores encontraron que la forma de la fibra es crucial en la mejora de la resistencia del concreto, y que los mejores resultados se logran con una forma cilíndrica, similar a una caña de bambú, siguiendo en prestaciones la forma aplanada o laminar, lo cual conduce a lograr el valor pico de la resistencia mecánica. De otro lado la investigación reporta mejores resultados con fibra de reciclaje que su equivalente con fibras vírgenes. La conclusión señala una mejora significativa de las propiedades en general del concreto, aún la prueba de tensión, gracias a la adición de fibras plásticas durante su elaboración.

Al tiempo que en Uganda, Etyangat et al., (2021) desarrollaron su investigación “Optimization of recycled polyethylene terephthalate plastic bottle fibers in grasscrete” donde evaluaron el desempeño del concreto con polvo de vidrio o glasscrete con adición de fibras PET. Esta investigación se motivó en atención a que la contribución de la producción mundial de cemento y concreto en la producción mundial de CO₂ es de un 6.5% a nivel mundial. De igual modo se considera que los residuos plásticos y vídricos originan importantes niveles de polución con el consecuente deterioro ambiental. La investigación añadió fibras PET al glasscrete en proporciones de 1%, 2%, 3% y 4% en peso del cemento, considerando además que las partículas de vidrio, con un tamaño medio de 75 micrones tuvo un efecto puzolánico beneficioso en las propiedades del concreto.

Los investigadores concluyen señalando que la adición de vidrio molido al concreto mejoró en 14.5% su resistencia a la compresión y un porcentaje igual en la resistencia a la flexión, según pruebas realizadas a los 90 días. De igual forma se señala que el porcentaje óptimo de adición de PET reciclado es del 1% en peso del cemento, obteniéndose una mejora del 16% en la resistencia a la compresión y una mejora del 8% en la resistencia a la flexión. Los autores señalan que aunque un porcentaje del 0.8% de PET mejora la resistencia a la compresión, disminuyó el valor de la resistencia a la flexión; de forma concomitante el agregado de fibras PET reporta una mejora del 22% en la duración del glasscrete.

En Corea del Sur, Kim et al., (2021) desarrollaron su investigación “Influence of Polyethylene Terephthalate Powder on Hydration of Portland Cement” donde evaluaron la incorporación de polvo de PET en compuestos cementicios. Los investigadores emplearon, aparte de las pruebas de resistencia estándar, análisis por calorimetría isotérmica, así como por difracción de rayos X, estudios termogravimétricos y espectroscopía Raman. De forma adicional, se estudiaron los cambios químicos acontecidos con la exposición de la muestra cementicia a la sal y agua desionizada.

Los investigadores encontraron que la adición de polvo PET no contribuyó a cambios químicos aparentes en las muestras cementicias, aunque aquellas correspondientes a muestras con PET evidenciaron la presencia de hidratos de calcio y aluminio, los cuales estuvieron ausentes en las muestras testigo. Donde se observó un cambio positivo importante fue en las propiedades mecánicas de las muestras adicionadas con polvo PET. Respecto de las dosis de PET y el rendimiento del concreto, la investigación señala que una dosis menor al 10% en peso es recomendable a fin de reducir los cambios en la hidratación del cemento, debido a su interacción con el agua y PET.

En Perú, Montoya y Tantarico (2019) sustentaron su investigación “Resistencia y rigidez a la flexión de elementos no estructurales reforzado con fibras tereftalato de polietileno reciclado, usada como refuerzo en concreto armado”. En ella realizaron el

diseño de mezcla para piedra chancada de $\frac{1}{2}$ ", arena gruesa y cemento Portland extrafuerte. El refuerzo tradicional de varilla de acero fue reemplazado por fibras PET trenzadas y dispuesta en forma de sogas. Las muestras comprendieron 15 vigas de 0.15 m x 0.15 m de sección y 1.2 m de largo con 3 diseños de sogas de fibras en estudio. Además y a manera de control de calidad del concreto empleado se dispusieron las cubetas indicadas en la NTP 339.079 en ensayo a la compresión. La evaluación se realizó a los 28 días de curado.

Los autores encontraron una cuantía mínima de refuerzo con fibras PET de 0.64% en el momento límite elástico, con una fluencia límite de 841 Kg/cm² para la fibra sub examine y una deformación unitaria a flexión en el límite elástico de 0.16, con un límite elástico promedio de 212 Kg/cm². Los autores refieren que la fibra PET tiene dificultad de adherencia al concreto pero que el refuerzo con PET incrementa notablemente la ductilidad del concreto, debido, sostienen, a su gran capacidad de estirarse sin romperse.

Ante ello, Pinedo (2019) realizó su "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" donde evaluó el comportamiento en la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados del río Huallaga y la adición de fibras trituradas de PET. La investigación estudió el comportamiento del concreto a los 7, 17 28 días de curado y con dosis porcentuales en peso respecto del cemento empleado de 5%, 10% y 15%.

El autor concluye señalando que el mejor resultado a la compresión a los 28 días de curado del concreto se logró con un porcentaje en peso del 5% de fibras PET, encontrando que porcentajes mayores más bien reducían el desempeño del concreto. El autor recomienda emplear una mayor proporción de fibras PET en elementos cementicios no estructurales, coadyuvando así en la reducción de la polución por desechos plásticos que, de otra manera, tardarán años en descomponerse.

De igual forma, Montero y Marcos (2020) defendieron su investigación "Efecto de la fibra de plástico reciclado [PET] sobre la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo-2019" considerando el marco normativo de la NTP399.601

y la E.070. Los investigadores emplearon dosis diferentes de fibra PET con porcentajes de 5%, 10 y 15% y una muestra de 16 ladrillos para el ensayo a la compresión y otros tantos para la prueba a la absorción. El material reciclado PET se obtuvo en una recicladora de Trujillo que suministra la fibra triturándola con forma final irregular, escamas de color blanco, con tamaños que varían entre $\frac{1}{2}$ a 1 pulgada. El diseño de mezcla empleado fue 1:2.5:2.5 para la resistencia a la compresión del ladrillo 175 Kg/cm² con resultados medidos en laboratorio certificado a los 7 y 28 días de curado de la masa cementicia.

El resultado de la investigación muestra que hay una diferencia significativa en la mejora de la resistencia a la compresión y absorción en los ladrillos elaborados con fibras PET, cumpliendo además con la Norma Técnica Peruana 399.601, logrando clasificarse en la Clase IV de acuerdo a tal norma.

Asimismo, Campos y Sáenz (2020) defendieron su tesis “Hormigón estructural con agregados reciclados para la construcción de viviendas” donde adicionaron agregados reciclados al concreto especificado para la construcción de viviendas. Los autores sustituyeron los agregados del concreto por material proveniente de demoliciones en porcentajes escalados en incrementos del 20%, hasta el reemplazo total, señalando también, que la resistencia del agregado reciclado fue de 210 Kg/cm² y 280 Kg/cm². Los especímenes obtenidos se sometieron a las pruebas de compresión y tracción. El diseño de la mezcla ACI de concreto se realizó con una relación agua/cemento de 0.56 y evaluación a los 28 días.

Los resultados señalan que para un 40% de reemplazo por material reciclado se observa un aumento de 24% en la resistencia a la compresión y un aumento del 114% en la resistencia a la tracción y una merma del 28% en la resistencia a la flexión. Estos valores disminuyen cuando el % de agregado reciclado aumenta; así, por ejemplo, los valores correspondientes a los indicadores anteriores para un 80%, son: 10%, 100% y 17%. Estos valores indican la idoneidad del agregado reciclado para aplicaciones en viviendas.

Quisocala y Jacho (2021) defendieron su tesis “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280Kg/cm² con adición de fibras PET recicladas en Juliaca, Puno” donde estudiaron la influencia de la fibra PET triturada, obtenida de botellas recicladas de bebidas carbonatadas y agua de mesa. Los investigadores evaluaron tres dosis de fibras PET expresándolas como porcentaje en peso del cemento empleado en el concreto 280Kg/cm², siendo estas 3%, 7% y 10%. El diseño de la experiencia se basó en la comparación de los resultados obtenidos con el estímulo con lo obtenido con una muestra patrón, de la misma tanda del concreto, pero sin la fibra PET.

Los resultados muestran que el mejor resultado en términos de la resistencia a la compresión para el concreto en estudio se obtiene para un 3% de la fibra PET en peso respecto del cemento Portland Tipo I empleado en la experimentación. Los autores señalan que los resultados hallados motivan al uso de la fibra PET en preparados cementicios de concreto al tiempo que reducen la contaminación por plásticos perfectamente reutilizables.

Las fibras PET están compuestas por petróleo en un 64% (paraxileno que oxidado por el aire permite obtener el ácido tereftálico), componentes derivados del gas natural en un 23% (etileno que oxidado por el aire resulta en etilenglicol) y aire 13% (agente oxidante), la fibra PET es un compuesto ampliamente usado en la fabricación de botellas para refrescos y bebidas además de recipientes para cosméticos, aceites, medicinas, etc. (Diputación de Alicante, 2021), representando un 65% de la totalidad de envases producidos a nivel global, siendo los Estados Unidos de Norteamérica el principal productor (43%) seguido por Taiwán con el 41% y otros países como China, Hong Kong entre otros.

En la figura siguiente se muestra la formula química del Tereftalato de Etileno [PET] el cual se conforma por la unión de un grupo Tereftalato y un grupo Etileno (López, 2016)

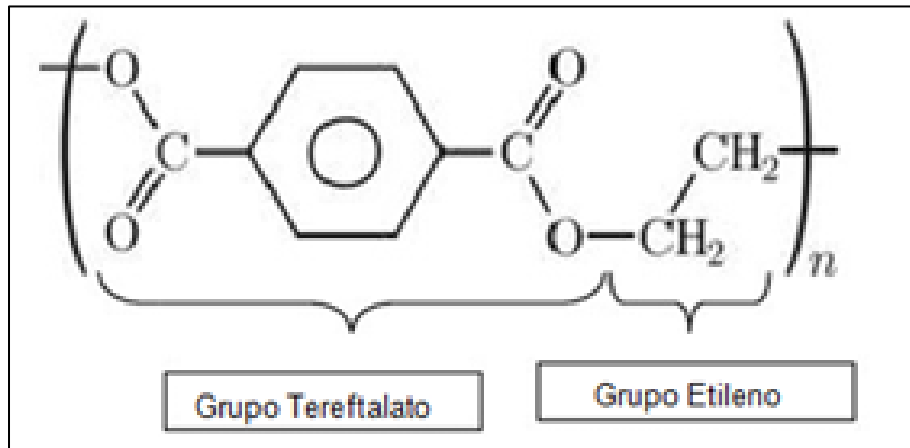


Figura 1: Composición del Tereftalato de Polietileno

Fuente: (López, Cinthia, 2016)

Un detallado de las propiedades y características de las fibras PET se enumeran seguidamente:

- a. La fibra PET puede ser reciclado fácilmente siendo útil nuevamente
- b. Alta resistencia a los agentes químicos degradantes muy agresivos, los cuales no son generalmente soportados por otras fibras
- c. Alta resistencia térmica, hasta 250 °C, sin deformaciones ni degradación, superando a otros materiales (Servei Estació, 2021).
- d. Químicamente inerte y carente de aditivos, por lo que las bebidas y comestibles contenidos en él son biológicamente seguros, por lo que satisface los estándares internacionales de conformidad sanitaria.
- e. El escaso peso de las fibras PET son un elemento importante en comparación con otros materiales similares. Esto significa que se pueden obtener prestaciones elevadas de resistencia con poco material (Flores, 2019).

f. Tiene una elevada transparencia y nivel de brillo, lo cual lo hace idóneo para la presentación de los productos que contiene. En caso se desee puede colorearse al gusto o necesidad sin perder sus propiedades físicas o químicas.

g. Puede esterilizarse fácilmente sin degradarse, inclusive con radiación gama y/o óxido de etileno.

h. puede diseñarse su elaboración a fin de brindarle una máxima estabilidad térmica, inclusive para la fabricación de recipientes para horneados a muy altas temperaturas.

i. Para espesores delgados su efecto de barrera es muy elevado debido a su compacta composición estereoquímica.

El reciclado de la fibras PET

Existen dos formas de reciclar las fibras PET: la forma mecánica y la química.

El reciclado mecánico se realiza de acuerdo a la figura siguiente:

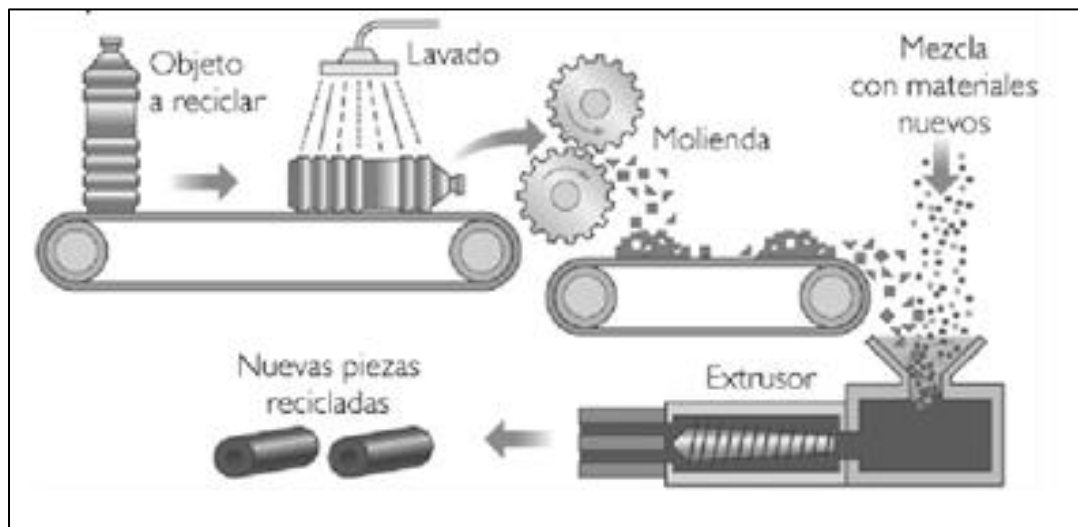


Figura 2: Esquema del proceso de reciclado mecánico de las fibras PET

Fuente: (López, 2016)

El proceso de reciclado comprende una etapa de lavado que retira los restos de materiales y productos que han estado en contacto con el contenedor, los cuales pueden llegar a comprometer la pureza del nuevo producto. Luego se procede a una molienda que permite lograr trozos o piezas de material muy pequeños, pudiendo

llegar a ser polvo, los cuales se mezclan con material nuevo o virgen para luego introducirse en una máquina de extrusión que permite modelar las nuevas piezas del material (Plastics Technology México, 2021).

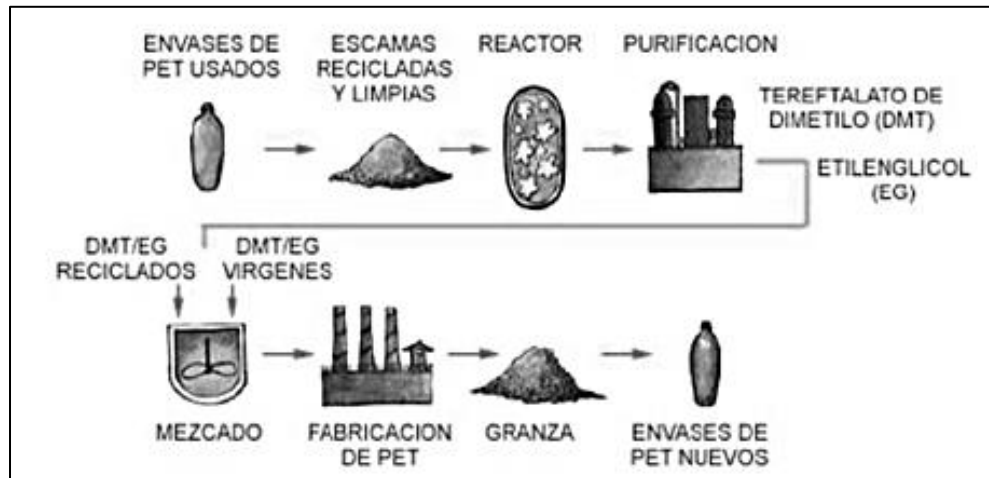


Figura 3: Reciclado químico de la fibra PET

Fuente: (López, 2016)

El proceso de reciclado químico empieza con un quebrado de las moléculas de PET lo cual conforma hidrocarburos susceptibles de refinarse luego. El resultado de este proceso es un carbón con capacidades de atrapado de compuestos, preferentemente orgánicos. Posteriormente el material se somete a un proceso de hidrogenado que rompe las cadenas de polímeros resultando en un petróleo sintético, capaz de procesarse en refinerías y plantas de tratamiento químico. El proceso de gasificación se obtiene por calentamiento de las fibras PET con aire u oxígeno obteniéndose monóxido de carbono e H_2 , capaces de ser usados en la producción de metanol o NH_3 (Navarro, 2022).

Otro proceso de reciclaje más avanzado considera la adición de metanol a las fibras PET lo cual lo descompone en sus moléculas básicas, las cuales pueden polimerizarse nuevamente a fin de producir fibras PET vírgenes, lo cual lo hace idóneo para emplearse en la fabricación de botellas y envases de bebidas gaseosas, al haberse verificado de forma empírica y por varias empresas de prestigio mundial que el producto resultante conforma el grado de pureza requerido para la industria de refrescos y/o alimentaria (Ecologic.com, 2022?).

En general, la metodología empleada en el reciclado de las fibras PET, al igual que con todos los materiales, es un compromiso entre rendimiento, costo y facilidad de procesado. La tabla siguiente muestra las características y factores a considerar en la selección (Ojeda, 2012).

Tabla 1

Factores a considerar para el reciclado de las fibras PET

Criterio	Reciclado mecánico	Reciclado químico	Valoración energética
Inversión	Baja	Alta	No hay
Tecnología	Accesible	Alta	No hay
Costos operativos	Bajo	Muy alto	Muy bajo
Uso del producto	Materia prima	Resina virgen	No aplica
Contaminación ambiental del proceso	Sin contaminación	Sin contaminación	Sin contaminación
Generador de fuentes de trabajo	Alto	Medio	Bajo

Fuente: Reyes como se citó en López (2016)

El concreto es una mezcla de cemento, piedra, arena y agua que mezclados convenientemente permite modelar sólidos muy resistentes y durables, con la ventaja de que, fácilmente, puede adquirir la forma y volumen deseado. Una vez curado el concreto tiene una consistencia pétreo muy durable si se ha elaborado convenientemente. La acción sinérgica de sus elementos permite un desempeño idóneo en variedad de aplicaciones de acuerdo a la necesidad específica (ConceptoDefinición, 2022). En caso de que se desee modificar las características físicas o químicas del concreto, se pueden usar aditivos que permiten su modificación a especificación.

Una de las características más importantes del concreto es su resistencia a la compresión, definiéndose como tal al cociente entre la fuerza aplicada antes de la rotura, dividida entre el área de aplicación de la fuerza. Este valor tiene dimensiones de fuerza por unidad de área y normalmente se da en Kg/cm², unidades de presión como Pound Square Inches [PSI] o Mpa (360 en concreto, 2022?). Este parámetro es un indicador usado ampliamente para determinar o especificar la calidad del concreto

necesario para el proyecto, siendo su incumplimiento motivo de rechazo del material. Para las evaluaciones en campo, la Norma Técnica Peruana 339.033.2021 define las evaluaciones y mediciones en campo mientras que para los ensayos de laboratorio son realizados en el marco de la Norma Técnica Peruana 339.034.2021. El concreto se especifica según sus propiedades y características. El concreto $F'c = 210\text{Kg/cm}^2$ a los 28 días de curado muestra una resistencia a la compresión típica de 242.50 Kg/cm^2 . Se emplea ampliamente en columnas y vigas de edificaciones (Carrión, 2020). En su preparación se emplean los siguientes componentes con las siguientes características:

a. Cemento. Según refieren Cama y Mendoza (2020), es un preparado de calizas y arcillas, que calcinadas a $1300\text{ }^\circ\text{C}$ se encuentran casi libres de humedad, por lo que su higroscopía es importante. La mezcla de estos áridos con el agua para su preparación inicia una serie de reacciones de naturaleza exotérmica que activa las propiedades del cemento para adherirse con los demás agregados. El producto de la fase de calcinado del cemento se denomina Clinker, y, si se desea acelerar el proceso de fraguado la adición de yeso es una solución ampliamente usada en construcción. El cemento mezclado con agregados gruesos y finos, y agua, forma un compuesto denominado hormigón o concreto, según la zona geográfica de aplicación.

b. Agua. Es el activador de las propiedades de adhesión y cohesión del cemento y es la que le confiere al cemento su poder ligante, permitiendo que en la fase de preparación del concreto este se pueda moldear y adquirir la forma del recipiente contenedor (CEMEX, 2019). La calidad del agua es un elemento crucial en la calidad del concreto, siendo la más recomendable el agua potable por su elevada limpieza, contrario sensu, es importante que la resistencia a los 7 y 28 días de la edad de curación del concreto, su resistencia sea cuando menos el 90% de la que se hubiese obtenido con agua potable. Es menester cumplir con la Norma Técnica Peruana, revisada al 2019, 339.088.2014, según el INACAL (2019).

c. Agregados. En la preparación del concreto se emplean dos tipos de agregados, los gruesos y los finos. Así:

- i. Agregados gruesos. Se presentan en forma natural o maquinados y en términos de sus dimensiones, la Norma Técnica Peruana 400.012 los define como aquellos retenidos por el tamiz de 4.75 mm o número 4. Según su procedencia se les denomina grava en caso de obtenerse directamente de canteras, mientras que los triturados a partir de especímenes mayores debidamente limpios según la norma ASTM C33 aplicable en este caso.
- ii. Agregados finos. Al igual que con los agregados gruesos, los finos se obtienen de forma natural o por intervención mecánica. En cuanto a dimensiones, el material fino es retenido por la malla de 9.5 mm y son retenidos por la de 74 μm o número 200. Respecto a la normativa, debe satisfacer la Norma Técnica peruana 400.012.2021 del año 2015, y la señalada por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2020) en la Norma E.060.

Los elementos finos deben mostrar una granulometría uniforme, siendo que las medidas deben exceder cuanto más 0.2 mm al módulo de fineza. Los elementos finos deben tener la proporción y dimensión adecuada a fin de asegurar una buena trabajabilidad, siendo recomendable que una buena cantidad pase el tamiz 50, siendo posible reducir la cantidad si se incrementa la proporción de cemento. Se aconseja un módulo de fineza entre 3.1 – 2.3. En general la proporción de elementos finos cambia acorde con el diseño de mezcla, siendo exigible la limpieza y excensión de materia orgánica. En cuanto a su morfología, se aconseja la angulosa por mostrar, a igualdad de tamaño del gránulo, la mayor área posible (Supermix, 2021).

Las características físicas de los agregados del concreto son:

a. granulometría. Estudia la conformación relativa de los agregados atendiendo a su tamaño cuanto a sus proporciones, siendo el caso que de no conocerse las características del material a adquirir, es recomendable tamizar en diámetro descendente de malla una muestra representativa a fin de determinar lo que pasa y lo

que no, procediendo en criterio de descarte, definiendo así la granulometría del material candidato. Si fuera el caso que el material contenga una cantidad apreciable de arcillas y elementos menores similares, se aplicará una prueba de sedimentación, en un análisis combinado del suelo (Martínez, 2021).

b. Humedad y absorción. La cantidad de agua saturada contenida en un cuerpo seco se denomina porcentaje de humedad mientras que la cantidad de agua que un cuerpo puede absorber se denomina porcentaje de absorción. Estos valores se miden a las 24 horas y representan la fracción del agua con respecto a su peso. En general, estos parámetros son muy importantes ya que la resistencia del concreto depende muy fuertemente de la cantidad de agua en la mezcla de elaboración del concreto. Es así como al realizar el diseño de la mezcla del concreto se debe corregir el agua en función del factor predominante humedad o absorción. Si la absorción supera, entonces se agrega agua al agua de diseño y caso contrario, se reduce. La Norma Técnica Peruana 400.021:2020 determina la absorción del agregado grueso y el peso específico, mientras que la norma técnica Peruana 400.022:2021 regula la absorción y el peso específico del agregado fino o arena gruesa (Guillén y Lerena, 2020).

c. Peso unitario. Se define como la cantidad de material necesario para completar un recipiente de valor unitario conocido. En este caso se consideran los espacios entre partículas y la condición de compactación del material. Arrascue (2011) señala que en el método del Instituto Americano del Concreto [ACI] ACI 211 se estipula que el volumen sea compactado, siendo que en el ejercicio comercial se emplea el material sin compactar, tal como se observa en una cantera.

d. Peso específico. Este valor depende del peso específico de los sólidos y de la porosidad del material. Numéricamente se define como la relación entre el peso de la muestra del agregado entre su volumen. Este es un valor muy importante en el diseño de concreto de altas prestaciones y, de hecho, un agregado que exhibe un peso específico bajo representa una elevada probabilidad de porosidad en los agregados, traduciéndose esta condición en una baja resistencia y gran absorción (Campos Mera, 2017).

e. Nivel de Ph. Es un factor del concreto que influye en la duración del acero empleado en el refuerzo. En efecto, un potencial de hidrógeno alto contribuye a su protección mientras que uno bajo propicia la corrosión principalmente por carbonatos del concreto. En estas condiciones, el acero se corroe, expande y fractura el concreto que se encuentra reforzando. (360 en concreto, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La investigación ha sido del tipo de aplicación en la resolución de una problemática específica, en este caso, el desconocimiento del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto elaborado con fibras PET. De acuerdo a su enfoque, la investigación ha tenido enfoque cuantitativo en la medida que la naturaleza de las variables involucradas es numérica. El alcance de la investigación, de otro lado, ha sido correlacional, en la medida que buscó establecer una correlación entre ambas variables (Hernández, 2014).

Diseño de la investigación

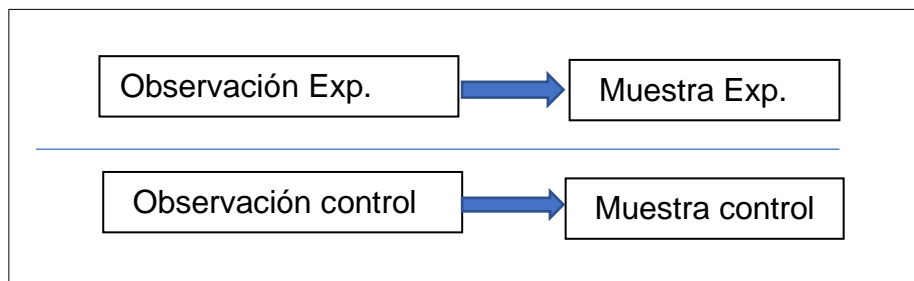


Figura 4: *Diseño de la investigación*

Fuente: Elaborado en base a Hernández (2014)

En la figura anterior la observación se realiza a cada muestra para luego compararlas estadísticamente. La investigación fue experimental del tipo causa – efecto por someterse a evaluación un compuesto (variable independiente) esperando ver un resultado -o efecto- en la variable dependiente. Respecto a la temporalidad de la investigación, esta fue transversal por recogerse los resultados de los datos en una única oportunidad. El enfoque cuantitativo de la investigación definió el método investigativo como hipotético deductivo, por ello, los datos de campo permitieron contrastar la hipótesis, realizándose a posteriori, las deducciones correspondientes.

El diseño del experimento se realizó de acuerdo al siguiente arreglo, lo cual implicó la realización de 12 ensayos de resistencia a la compresión y su posterior comparación.

Tabla 2

Diseño de la investigación

% de fibra PET en peso respecto al cemento para concreto 210 Kg/cm ²	Resistencia a la compresión		
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
0 %	Muestra	Muestra	Muestra
1 %	Muestra	Muestra	Muestra
2.5 %	Muestra	Muestra	Muestra
5.0 %	Muestra	Muestra	Muestra

3.2 Variables y su operacionalización

Variable independiente: Fibra PET adicionada al concreto

Definición conceptual: Polímero termoplástico con alto índice de transparencia o cristalinidad, muy estable mecánicamente y con gran resistencia a la corrosión y desgaste (Tecnología de plásticos, 2011).

Definición operacional: La variable se operacionalizó mediante una ficha de observación.

Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto

Definición conceptual: Es la cantidad de presión que puede soportar el concreto antes de su rotura (CEMEX, 2019).

Definición operacional: La variable dependiente se operativizó mediante una ficha de observación.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Se consideran las muestras de concreto 210 Kg/cm²

Criterio de selección: El cumplimiento con las dosis de fibra PET según la Tabla 2

Unidad de análisis: Las muestras de concreto elaboradas según la Tabla 2

Muestreo: No se ha realizado muestreo

Muestra: Las muestras de concreto 210 Kg/cm²

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnicas empleadas: Para ambas variables se empleó la técnica de la observación

Instrumentos de recolección de datos: Para la recolección de los datos obtenidos de la observación de ambas variables se emplearon fichas de observación.

3.5 Procedimientos

En la figura siguiente se muestran los procedimientos realizados en el trabajo de campo de la investigación.

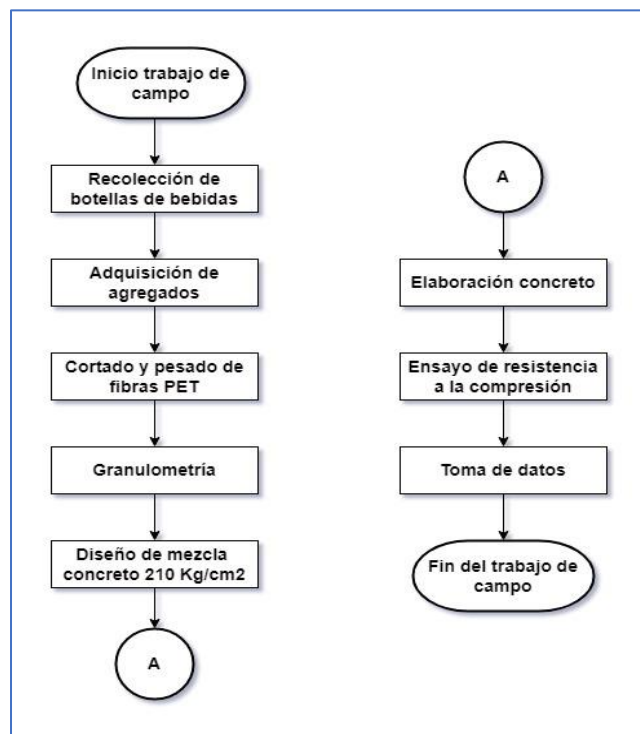


Figura 5: Diagrama de flujo de los procedimientos realizados

3.6 Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos de campo, a fin de encontrar si existía una diferencia significativa en la resistencia del concreto con y sin fibra PET se empleó la prueba de significación según se detalla:

- i. Para determinar si la diferencia en la resistencia a la compresión del concreto elaborado con y sin fibra PET fue significativa, se emplearon pruebas t para las dos muestras en análisis, suponiendo que sus varianzas eran iguales, en virtud de provenir de los mismos materiales base y procedimiento de elaboración.
- ii. Pruebas similares se emplearon para determinar cuál de las dosis de fibras PET era mejor, comparándose entre ellas cubriendo todas las permutaciones posibles.
- iii. Para el estudio de la variabilidad interna de los resultados encontrados, se estudió el comportamiento de la desviación estándar de las observaciones realizadas.
- iv. En el caso de los cálculos conducentes a la mostración de gráficos en los resultados se empleó Microsoft Excel.

3.7 Aspectos éticos

En la investigación se ha respetado el derecho de terceras personas de acuerdo con los principios de la investigación responsable, participándoles y explicándoles el carácter netamente académico de las acciones resultadas de los trabajos de campo y demás procedimientos propios de la actividad investigativa.

Respecto del medio ambiente, se ha respetado el paisaje original, no modificándolo significativamente, retornándolo a su estado original post intervención.

IV. RESULTADOS

Objetivo general

Este objetivo determinó el efecto de la adición de la fibra PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm².

Los resultados muestran un desempeño superior del concreto cuando se le adicionó fibras PET en su elaboración. Los resultados también muestran que el porcentaje de fibras PET que logró el mejor desempeño fue 2.5%. Las demás dosis de PET, 1.0 % y 5.0 % no mejoraron significativamente la respuesta compresiva del concreto.

Tabla 3

Resumen comparativo de las resistencias a la compresión sin y con fibras PET en la elaboración del concreto 210 Kg/cm²

Días	Promedio sin PET	Promedio con PET	%	Interpretación
7	154.33	164.33	6.48	Para las 3 edades del concreto, las pruebas de significación del Anexo 6 mostraron que los promedios de
14	170.00	185.33	9.02	las resistencias a la compresión con adición de fibras PET fueron mejores que cuando no se
28	224.67	258.00	14.84	emplearon estas fibras

En la figura siguiente se observa el mejor desempeño en la resistencia a la compresión del concreto preparado con un 2.5% en peso de fibras PET en peso del cemento (línea naranja en la figura) respecto de la resistencia del concreto patrón empleado como referencia o comparación (línea azul). El incremento es evidente en todas las edades del concreto aunque la diferencia se hace más acusada a los 28 días de su edad.

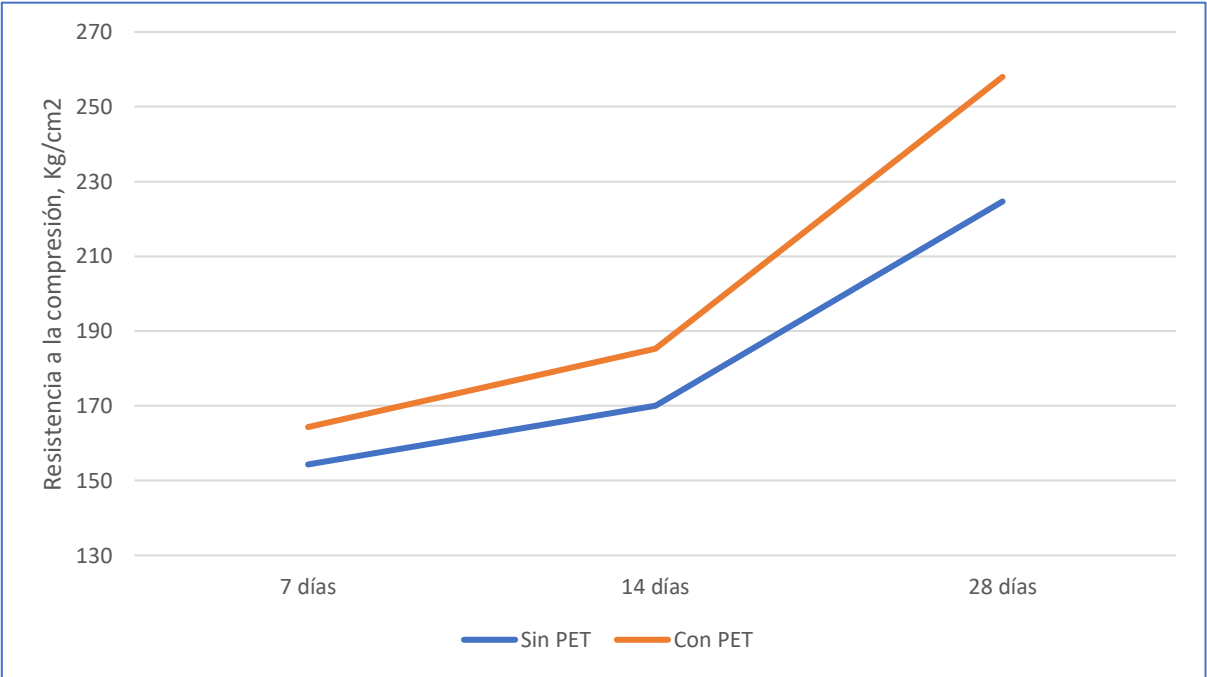


Figura 6: Resistencia a la compresión sin PET y con PET

Objetivo específico 1

Este objetivo específico determina el diseño de mezcla de un concreto patrón 210Kg/cm².

El diseño de mezcla patrón se obtuvo a partir de la granulometría de los agregados cuyo resultado granulométrico y procedimiento de diseño de mezcla ACI se muestra detalladamente en el Anexo 4.

Tabla 4

Diseño de mezcla ACI para concreto 210 Kg/cm²

Componentes	Agregado por Kg de cemento	Agregados por bolsa de cemento
Cemento	1	1
Arena	2.51 Kg de arena	106.68 Kg
Grava	3.40 Kg de grava	144.50 Kg
Agua	0.66 Litros	28.05 Kg

Tabla 5

Dosificación de la fibra PET por Kg de cemento

Cemento (Kg)	Dosis PET (%)	Fibra PET (Gramos)
	1.0	10
1 Kg	2.5	25
	5.0	50

Objetivo específico 2

Este objetivo buscó determinar las resistencias a la compresión del concreto con diferentes dosis de fibra PET. En la tabla y figuras siguientes se observan los resultados; se observa que la dosis de fibra PET que logró el mejor resultado es 2.5 % en peso respecto del peso del cemento; le sigue 5.0 % y finalmente 1.0 %. La muestra patrón o sin PET, mostró el peor resultado a los 28 días de la edad del concreto.

Tabla 6

Resultados de la prueba de resistencia a la compresión con y sin fibras PET

Días	Concreto de referencia (Sin PET)			\bar{x}	σ	Concreto en prueba (Con PET)				\bar{x}	σ
						% PET	R1	R2	R3		
7	154	152	157	154.33	2.52	1	149	155	158	154.00	4.58
						2.5	165	162	166	164.33	2.08
						5	149	153	148	150.00	2.65
14	170	168	172	170.00	2.00	1	173	175	171	173.00	2.00
						2.5	185	188	183	185.33	2.52
						5	178	176	173	175.67	2.52
28	221	225	228	224.67	3.51	1	232	237	234	234.33	2.52
						2.5	258	254	262	258.00	4.00
						5	241	236	240	239.00	2.65

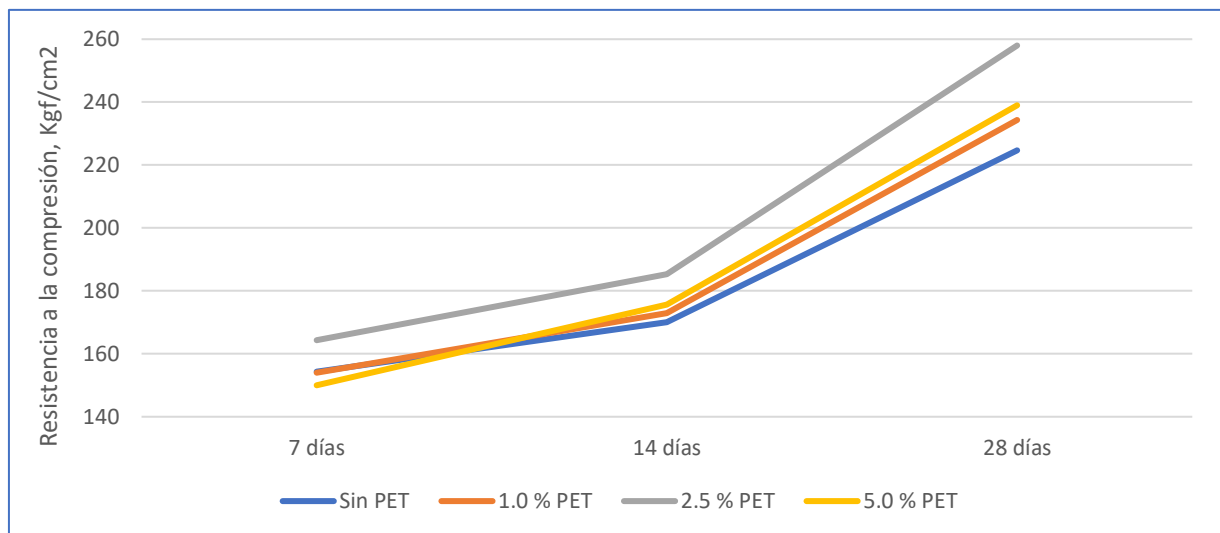


Figura 7: Resistencia a la compresión sin PET y con PET en las dosis de 1%, 2.5% y 5% en peso del cemento

La desviación estándar mostró un mínimo para la rotura a los 14 días de la edad del concreto, interpretándose este valor mínimo como una menor variabilidad de las propiedades resistentes del concreto a compresión; en sentido contrario, valores mayores significan variaciones más importantes en el módulo compresivo.

Se observa que a los 28 días de la edad del concreto, la variabilidad interna del concreto testigo es bastante similar con la observada para la dosis de 2.5% de fibra PET, contribuyendo en la descripción del rendimiento de esta dosis como refuerzo del concreto.

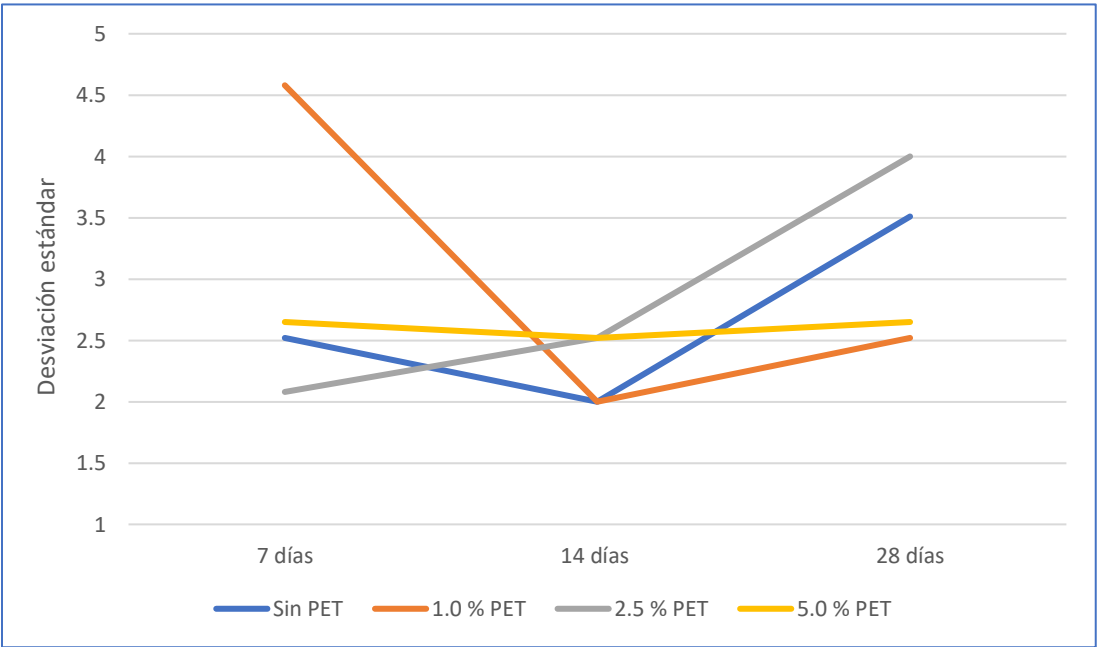


Figura 8: Desviación estándar observada en los ensayos de resistencia a la compresión

Objetivo específico 3

Este objetivo establece la relación entre las dosis de fibras PET y la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² con ellas preparado.

En base a los resultados encontrados en las pruebas de significación estadística t de Student para dos muestras con igual varianza del Anexo 5 se elaboró la siguiente tabla resumen para la comparación de las dosis de la fibra PET.

Tabla 7

Resultado de las pruebas de significación t de Student de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² según las dosis de PET empleada

Días	1.0 % de PET y 2.5 % de PET	2.5 de PET % y 5.0 % de PET	1.0 % de PET y 5.0 % de PET
7	La resistencia a la compresión empleando 1.0% de PET fue significativamente menor que la observada empleando 2.5% de fibra PET	La resistencia a la compresión empleando 2.5% de PET fue significativamente mayor que la observada empleando 5.0% de fibra PET	No hubo diferencia significativa entre las resistencias a la compresión encontrada empleando 1.0% y 5.0% de fibra PET
14	La resistencia a la compresión observada cuando se empleó 1.0% de fibra PET fue menor que la observada cuando se empleó 2.5% de la fibra	La resistencia a la compresión encontrada cuando se empleó 2.5% de fibra PET fue significativamente mayor que la encontrada cuando se empleó 5.0% de fibra PET	No hubo diferencia significativa cuando se comparó la resistencia a la compresión empleando el 1.0% y 5% de fibra PET
28	La resistencia a la compresión medida cuando se empleó 1.0% de fibra PET fue significativamente menor que cuando se empleó 2.5% de tal fibra	La resistencia a la compresión observada al emplear 2.5% de fibra PET en la elaboración del concreto fue mayor que la observada cuando se empleó 5.0% de PET	Al emplear 5.0% de fibra PET se obtiene una resistencia a la compresión significativamente mayor que cuando se emplea 1%, pero menor que cuando se emplea 2.5%

De la tabla anterior se observa que el mejor resultado, en general, se obtiene con una dosis del 2.5% en peso de fibra PET en peso del cemento; de igual forma se observa que entre la dosis del 5.0% y del 1%, la primera dio un ligero mejor resultado que no es superado por la dosis del 2.5%.

V. DISCUSIÓN

La mejora en la tecnología de los materiales es una constante en la compleja e industrializada sociedad moderna. En esta línea de ideas, la mejora en este campo de la ingeniería cobra relevancia toda vez que la producción de insumos para la construcción demanda gran cantidad de energía y consecuente alto grado de contaminación. Efectivamente, materiales como el cemento y el acero de la construcción significa para el ambiente un fuerte impacto ambiental que, de acuerdo a la tendencia en mejoramiento de materiales, tiene que ir cediendo lugar a nuevas alternativas cada vez menos contaminantes.

Son numerosos los estudios que reportan mejoras interesantes gracias a la aplicación de compuestos varios al concreto, en una gama que cubre desde trazas de vidrio a filamentos de metal, pasando por las fibras plásticas (Herrera y Polo, 2017). Es así como de la lectura de los antecedentes se desprende que los plásticos parecen estar ganando partidarios como elementos de refuerzo del concreto, esperándose que de alguna manera logre esta tecnología disminuir, en un futuro, la proporción de cemento, considerando que una reducción en las fórmulas de diseño de una pequeña fracción porcentual, si se considera a escala global, significa sin duda alguna, miles de toneladas de costoso y contaminante cemento a esa escala.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que la adición de fibras PET efectivamente mejoran la resistencia a la compresión del concreto cuando se aplica en una proporción de 2.5% en peso del cemento calculado para un diseño de mezcla conducente a obtener concreto 210 Kg/cm², mostrando este resultado además una desviación estándar en las mediciones de tendencia similar a la obtenida con el espécimen testigo de contrastación. La discusión con los autores sobre estos resultados muestra que hay una mejora efectiva en el desempeño del concreto explicable por la alta afinidad del elemento ligante, el cemento, con el plástico, vínculo que se puede producir, aparte de la afinidad electrónica entre estos dos materiales, por la reacción exotérmica que tiene lugar durante y después de la activación del concreto con el agua.

Contrastando ahora con los autores de los antecedentes, se cita a Samsudin et al., (2021) con quien se concuerda en la mejora obtenida con la adición de estas fibras plásticas, discrepando, sin embargo, en el porcentaje óptimo de PET adicionado, toda vez que los autores encontraron que la mejor dosis era 1% respecto de dosis mayores, lo cual no concuerda con el 2.5% como mejor porcentaje encontrado en la presente investigación. La discrepancia podría deberse, señalando como hipótesis emergente, a la forma de preparación, incluyendo la dosificación del concreto, ya que los autores emplearon normas aplicables en Malaysia cuando en la investigación presente se ha empleado la norma norteamericana ACI. Respecto de Rathod y Khedikar (2021) se concuerda en la mejora obtenida con la aplicación de la fibra PET, no concordando, empero, en la dosis optima, ya que los autores refieren un valor óptimo de 0.4%, bastante lejos de lo encontrado en la presente investigación. Al igual que con el contraste anterior, la norma empleada en el diseño podría influir, como también podría ser la forma, grosor, área efectiva de la fibra PET ya que a la fecha no se dispone de una estandarización para este promisorio agregado. Al estudiar a Signorini & Volpini (2021) se coincide con sus resultados respecto de la mejora observada con la adición de la fibra, coincidiéndose también en que sus propiedades físicas y forma tiene gran significancia en el valor de la resistencia a la compresión. Al contrastar a Etyangat et al., (2021) se coincide en señalar que la fibra PET efectivamente mejora el desempeño del concreto, concordándose en que porcentajes elevados de PET degradan la respuesta de resistencia. Con respecto a Kim et al., (2021) se concuerda en la mejora obtenida con la aplicación de la fibra, concordando también en que las dosis mejores de PET son las menores, valor que los autores fijaron en 10%, Discutiendo con Montoya y Tantarico (2019) se discrepa en lo sostenido por los autores respecto de la baja adherencia del concreto a la fibra PET, ya que la experiencia de campo ha mostrado lo contrario. Una posible explicación podría ser la posibilidad de algún acabado especial del plástico fuente que redujo la adherencia reportada. Contrastando resultados con Pinedo (2019) se concuerda en que valores elevados de PET degradan el desempeño del concreto, habiéndose encontrado que el mejor valor es 5% de PET, escenario que concuerda con lo encontrado, aunque no en el valor exacto del máximo, pero sí en que el verdadero mejor valor es menor a 5%. Con Montero y Marcos (2020)

se concuerda en la mejora en general con elementos y sólidos de base cementicia Portland estándar y en la importancia de la forma y porcentaje de la fibra en el desempeño del concreto. Con Quisocala y Jacho (2021) se concuerda en el valor de PET que el autor fijó en 3%, casi coincidente al empleado en la presente investigación y que fuera fijado en 2.5%.

Es así como de la ronda de contrastaciones hay consenso respecto de la mejora en el desempeño del concreto al aplicar la fibra PET, y, que el mejor valor porcentual de esta fibra se ubica en un valor menor a 5% en peso del cemento diseñado para la mezcla; igualmente la contrastación de resultados muestra que la forma de la fibra tiene notoria influencia por lo que se requiere una estandarización provisional a fin de que los autores interesados en este prometedor material puedan comparar resultados obtenidos en igualdad de condiciones. Otro punto también definido de la discusión es la posible y segura aplicación de la fibra PET en la construcción de elementos menores no estructurales a fin de que el tiempo y la praxis confieran seguridad en la aplicación de un producto fácilmente asequible, de bajo precio y que si no se dispone adecuadamente en el aspecto medioambiental significa un fuerte impacto negativo en su conservación por la alta capacidad de polución y duración muy extendida del plástico.

VI. CONCLUSIONES

1. La fibra de politereftalato de etileno [PET] mejoró significativamente la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm^2 , lográndose un valor promedio a los 7 días de 164.33 Kg/cm^2 lo cual significa una mejora del 6.48% respecto del concreto patrón que logró 154.33 Kg/cm^2 ; a los 14 días se obtuvo un valor medio de 185.33 Kg/cm^2 lo cual representa una ventaja del 9.02% respecto de un concreto patrón que obtuvo 170.00 Kg/cm^2 ; y, a los 28 días, un valor medio de 258.00 Kg/cm^2 , cifra que representa una mejora del 14.84% respecto del concreto de referencia que alcanzó 224.67 Kg/cm^2 .
2. El diseño de mezcla ACI para el concreto patrón consistió en 80.75 Kg de arena gruesa, 117.72 Kg de grava y 22.95 Lt de agua por cada bolsa de cemento. Las tres dosis de fibras PET ensayadas resultaron en 10 gr, 25 gr y 50 gr por cada kilogramo de cemento considerado en el diseño de mezcla.
3. La dosis de fibras PET que mejor desempeño logró en la resistencia a la compresión del concreto fue 2.5% en peso del cemento con lo cual se logró una ventaja estadísticamente significativa respecto a las otras dosis de 1.0% y 5.0%, medidas a los 7, 14 y 28 días de edad del concreto y con una confianza del 95% en una prueba t de Student.
4. Se verificó una relación significativa tipo causa efecto (al 95% de confianza en pruebas t de Student) respecto de la adición de fibras PET en el concreto y su resistencia a la compresión cuando se aplicó en dosis del 2.5 % respecto al peso del cemento de diseño.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los investigadores ahondar en evaluaciones de tecnología de materiales a fin de mejorar su desempeño, consiguiendo así edificaciones más seguras en cuanto a las prestaciones de su sistema resistente.
2. Se recomienda a los constructores considerar la adición de fibras PET en dosis del 2.5% en peso del cemento calculado en el diseño de mezcla de concreto 210Kg/cm^2 , empezando en aplicaciones no críticas a fin de formar una base de conocimiento en el campo que permita incorporar con seguridad este muy bien estudiado elemento, buscando la mejora en la calidad del concreto.
3. Se recomienda a los investigadores continuar y perfeccionar la presente investigación, en específico con la estandarización de la geometría de las fibras PET a fin de ubicar con precisión las dosis óptimas de este prometedor material.
4. Se recomienda a los comunicadores la socialización de los resultados de la investigación a fin de promover su consideración y pruebas que logren finalmente su incorporación en la praxis de la construcción.

REFERENCIAS

- 360 en concreto. (2021). *Corrosión del acero de refuerzo*. ARGOS:
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto/corrosion-del-acero-de-refuerzo#:~:text=El%20acero%20de%20refuerzo%20no,presente%20corrosi%C3%B3n%20en%20el%20acero>.
- 360 en concreto. (2022?). *El abc del concreto preesforzado*.
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/abc-del-concreto-preesforzado>
- Aizan Samsudin, M., Shahidan, S., Abdul Manaf, A. F., Fahmi Aznan, M. F., Mohd Zuki, S. S., Ramasamy, S., & Mohammad Azmi, M. A. (2021). Investigation on Polyethylene Terephthalate (PET) Waste Fiber Performances in Concrete Material. *Penerbit UTHM*, 682-690. Penerbit UTHM:
<https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rtcebe/article/download/1284/949/>
- Arrascue Arévalo, N. A. (2011). *Determinación de las propiedades físicas de los agregados de tres canteras y su influencia en la resistencia del concreto normal con cemento Portland Tipo I*. Universidad Ricardo Palma:
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2152>
- BBC News. (17 de diciembre de 2018). La enorme fuente de emisiones de CO2 que está en todas partes y que quizás no conocías.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783>
- Cama Bahamonde, J. A., & Mendoza Palacios, C. H. (2020). *Determinación de las propiedades físico químicas de los agregados de las canteras El Ingenio y Doña Ramona y diseño de mezcla de concreto de resistencia $f'c = 175\text{Kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{ Kg/cm}^2$ en la provincia de Cajabamba departamento de*

Cajamarca. Universidad Ricardo Palma:
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3289>

Campos Mera, E. (2017). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Josecito" y "Manuel Olano" y su influencia en la calidad del concreto 250Kg/cm² en la ciudad de Jaen*. Universidad Nacional de Cajamarca:
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1056>

Campos Ochoa, E. N., & Saenz Zavala, J. E. (2020). *Hormigón estructural con agregados reciclados para la construcción de viviendas*. Universidad Ricardo Palma: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3716/CIV-T030_48038623_T%20%20%20SAENZ%20ZAVALA%20JOSE%20ELTON.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carrión Rojas, G. A. (2020). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² utilizando canteras de río y cerro a un tiempo de curado mayor a 28 días*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23562>

CEMEX. (14 de setiembre de 2018). *¿Cómo obtener un concreto de calidad?*
<https://www.cemex.com.pe/-/como-obtener-un-concreto-de-calidad->

CEMEX. (2019). *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

CEPAL. (2019). *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en America Latina y el Caribe*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44731/1/S1900439_es.pdf

Chalco Pari, David. (2021). *¿Qué tan grave es el problema de la autoconstrucción en el País?* Universidad Católica San Pablo: <https://ucsp.edu.pe/que-tan-grave-problema-autoconstruccion-pais/>

ConceptoDefinición. (2022). *Concreto*. <https://conceptodefinicion.de/concreto/>

- D Rathod, K., & Khedikar, I. D. (2021). Feasibility study of concrete by using polyethylene terephthalate fiber in enhancing the mechanical properties of concrete. *Iopscience*, 1-10.
- Diario Gestión. (2016). *1200 Toneladas de botellas plásticas son recicladas mensualmente en el Perú*. Tendencias: <https://gestion.pe/tendencias/1-200-toneladas-botellas-plasticas-son-recicladas-mensualmente-peru-121285-noticia/>
- Diputación de Alicante. (2021). *¿Mar o plástico?*
https://ecologialitoral.com/files/1916/3186/3214/expo_unidad.pdf
- Ecologic.com. (2022?). *Lo básico del PET y su reciclaje*.
<https://www.ecologic.com/reciclaje-de-pet#:~:text=El%20PET%20puede%20ser%20reciclado,alimentarios%20como%20detergentes%20y%20productos>
- El Peruano. (28 de enero de 2022). Producción mundial de plástico retrocedió en el 2020 debido a la pandemia. <https://elperuano.pe/noticia/122511-produccion-mundial-de-plastico-retrocedio-en-2020-debido-a-la-pandemia#:~:text=En%20total%2C%20el%20planeta%20produjo,de%20pl%3A1stico%20PlasticsEurope%2C%20Eric%20Quenet.>
- Etyangat, A., Tiboti, P., Kayondo, M., & Bakamwesiga, H. (2021). Optimization of recycled polyethylene terephthalate plastic bottle fibers in grasscrete . *Earth and Environmental Science*, 1-12.
- Flores León, P. I. (2019). *Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la Clínica USAT, 2018-2019*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2125>
- Gonzales Cevallos, D. E., & Saldaña Romero, M. (2020). *Evaluación del impacto ambiental de la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. en su área de*

influencia, del distrito de Pacasmayo – 2019. Universidad César Vallejo:
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3222518>

Guillén Flores, L. F., & Lerena Tinoco, I. m. (2020). *Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto.* Universidad Ricardo Palma:
http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3711/CIV-T030_45802134_T%20%20%20GUILLEN%20FLORES%20LUIS%20FERNANDO.pdf?sequence=1

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación.* McGraw Hill.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Herrera Lazarte, S. R., & Polo Roca, M. E. (2017). *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica.* Universidad Católica de Santa María:
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6694>

INACAL. (2019). *Catálogo Normas Técnicas Peruanas.*
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

Kim, M. O., Park, J. K., Han, T. H., Seo, J., & Park, S. (2021). Influence of Polyethylene Terephthalate Powder on Hydration. *Polymers*, 1-14.

López, Cinthia. (2016). *Reciclado del plástico PET para la obtención de fibra textil.* Universidad Tecnológica Nacional:
http://www.edutecne.utn.edu.ar/trabajo_final/reciclado_PET.pdf

Martínez Lara, E. J. (2021). *Evaluación y comparación del análisis granulométrico agregados gruesos naturales y de concreto reciclado, Chiclayo 2020.* Universidad Señor de Sipán:
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8001>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*.
<https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view>

Montero Pretell, J. A., & Salinas Marcos, A. E. (2020). *Efecto de la fibra de plástico reciclado [PET] sobre la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo-2019*. Universidad César Vallejo:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46116#:~:text=Se%20concluy%C3%B3%20que%20la%20adici%C3%B3n,en%20clase%20IV%20seg%C3%BAn%20NTE.>

Montoya Calderón, C. J., & Tantarico Saldaña, E. R. (2019). *Resistencia y rigidez a la flexión de elementos no estructurales reforzado con fibras tereftalato de polietileno reciclado, usada como refuerzo en concreto armado*. Universidad Ricardo Palma: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4766>

Navarro Moreno, L. G., Cordero Rangel, A., Nolásco Hipólito, C., & Collado, L. F. (2022). *Degradación química de PET y su metabolismo por consorcios fúngicos*.
<https://southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/download/1195/993/3121>

Ojeda, M. (2012). *Producción de escamas de PET*. Tecnología de plásticos:
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2012/12/producciondeescamasdepet.html>

Pinedo Pérez, J. R. (2019). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto f'c =210Kg/cm2 con la adición de plástico reciclado [PET] en la ciudad de Tarapoto, 2018*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3458>

Plastics Technology México. (2021). *Problemas decisivos en el reciclado de PET: Humedad*. <https://www.pt-mexico.com/articulos/problemas-decisivos-en-el-reciclado-de-pet-humedad>

Quisocala Benavente, J. J., & Jacho Chambi, E. M. (2021). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto 280Kg/cm² con adición de fibras PET recicladas en Juliaca - Puno*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66061>

Servei Estació. (2021). *¿Qué es el plástico Tereftalato de Polietileno?*
<https://serveiestacio.com/blog/que-es-el-pet/>

Signorini, C., & Volpini, V. (2021). Mechanical Performance of Fiber Reinforced Cement Composites Including Fully-Recycled Plastic Fibers. *Fibras MDPI*, 1-15. doi:<https://doi.org/10.3390/fib9030016>

Supermix. (2021). *Agregado*. Concretos Supermix:
<https://www.supermix.com.pe/agregado/#:~:text=%2D%20El%20agregado%20fino%3A%20se%20define,la%20desintegraci%C3%B3n%20de%20las%20rocas.>

Tecnología de plásticos. (2011). *PET*.
<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
Efecto de las fibras de politereftalato de etileno en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2022	General		General	Independiente	Tipo: de aplicación de conocimientos Enfoque: Cuantitativo Alcance: Correlacional Diseño de investigación: Experimental Método de investigación: Hipotético deductivo Temporalidad: Transversal en el tiempo Población: Las muestras de concreto 210 Kg/cm ² estudiadas Muestreo: No se ha realizado Muestra: Igual a la población
	¿Cuál es el efecto de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² ?	Determinar el efecto de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	El efecto de las fibras PET en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² es significativo	Fibra PET adicionada al concreto	
	Específicos		Específicas	Dependiente	
	¿Cuál es el diseño de la mezcla para elaborar el concreto patrón 210 Kg/cm ² ?	Definir el diseño de la mezcla del concreto patrón 210 Kg/cm ²	Los objetivos de estos objetivos específicos son netamente descriptivos, y por tanto, no corresponde el planteo de hipótesis	Resistencia a la compresión del concreto	
	¿Cuáles son las resistencias a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² con las diferentes dosis de fibra PET?	Determinar las resistencias a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² con las diferentes dosis de fibra PET			
	¿Cómo es la relación entre los valores de resistencia a la compresión del concreto con las diferentes dosis de fibra PET?	Establecer la relación entre los valores de resistencia a la compresión del concreto con las diferentes dosis de fibra PET	La correlación entre los valores de resistencia a la compresión del concreto con las diferentes dosis de fibra PET es alta		

Anexo 2. Matriz de operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente	<p>Polímero termoplástico con alto índice de transparencia o cristalinidad, muy estable mecánicamente y con gran resistencia a la corrosión y desgaste (Tecnología de plásticos, 2011).</p>	<p>La variable se operacionalizó mediante una ficha de observación.</p>	<p>$(Kg_{PET}/Kg_{CEMENTO}) \times 100$</p>	<p>Razón</p>
Fibra PET adicionada al concreto				
Dependiente	<p>Es la cantidad de presión que puede soportar el concreto antes de su rotura (CEMEX, 2019).</p>	<p>La variable dependiente se operativizó mediante una ficha de observación.</p>	<p>Kg/cm²</p>	<p>Razón</p>
Resistencia a la compresión del concreto				

Anexo 3: Instrumentos de recojo de datos

Ficha de observación

Variable independiente: Fibra PET adicionada al concreto

% PET	Gramos de fibra PET/Kg de cemento
0	
1.0	
2.5	
5.0	

Ficha de observación

Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm²

Repetición	Edad del concreto en días	INDICADORES VALOR ENCONTRADO (Kg/cm ²)
1		
2	7 días	
3		
1		
2	14 días	
3		
1		
2	28 días	
3		

Anexo 4: Análisis de agregados de cantera, granulometría y diseño ACI del concreto

Cantera

Nombre	Vía Crucis		
Base legal	Resolución Jefatural N° 05219 – 2005-INACC/J		
Ubicación	800 m del pueblo de San Jacinto		
Acceso	Por la carretera Tumbes – San jacinto		
	Vértices	Norte	Este
Coordenadas UTM de los vértices de la concesión	1	9 597 000.00	561 000.00
	2	9 596 000.00	561 000.00
	3	9 596 000.00	560 000.00
	4	9 597 000.00	560 000.00

Granulometría agregado fino

Tabla 8

Material fino pasante y retenido (ASTM D- 421)

Tamiz	Abertura mm	Material retenido		Acumulado (porcentaje)		Especificaciones Huso NTP 400,037
		gr	porcentaje	Retenido	Pasante	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº4	4.76	14.00	2.51	2.51	97.49	100 - 95
Nº8	2.38	82.00	14.70	17.20	82.80	100 - 80
Nº 16	1.19	155.00	27.78	44.98	55.02	85 - 50
Nº 30	0.60	147.00	26.34	71.33	28.67	60 - 25
Nº 50	0.30	85.00	15.23	86.56	13.44	30 - 10
Nº 100	0.15	54.00	9.68	96.24	3.76	10 - 2
FONDO		21.00	3.76	100.00	0.00	0 - 0
		558.00	0.00			

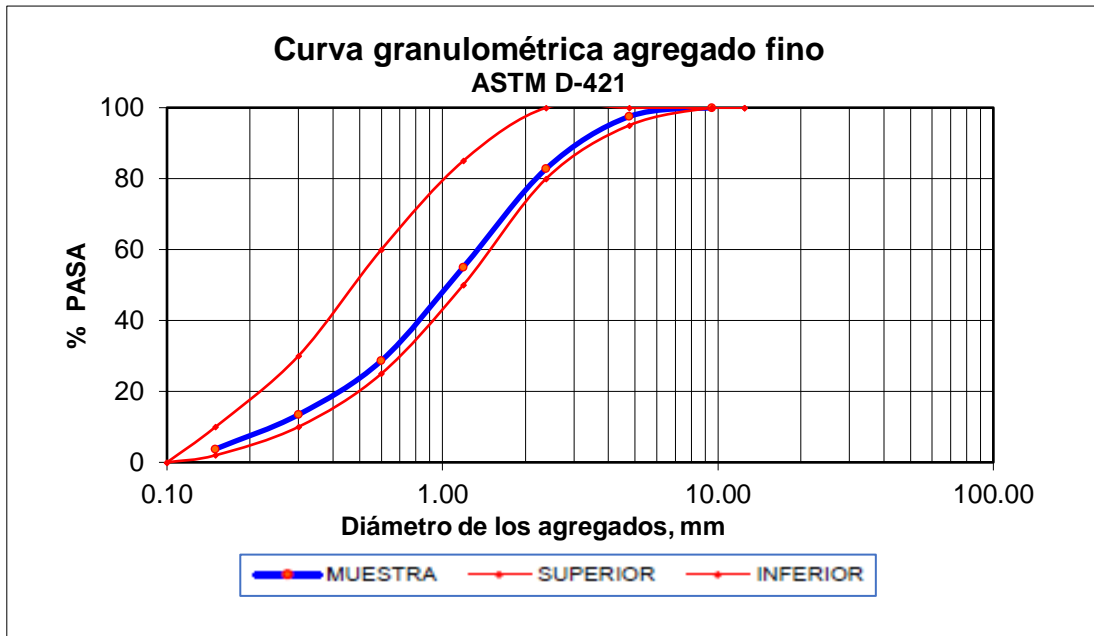


Figura 9: Curva granulométrica para el material fino (arena gruesa)

Granulometría agregado grueso

Tabla 9

Material grueso pasante y retenido (ASTM D – 421)

Tamiz	Abertura mm	Material retenido		Acumulado (porcentaje)		Huso NTP para 3/4"
		gr	porcentaje	Retenido	Pasante	
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	92.00	4.60	4.60	95.40	90 -100
1/2"	12.50	980.00	49.00	53.60	46.40	55 -20
3/8"	9.53	750.00	37.50	91.10	8.90	15 -0
Nº 4	4.76	110.00	5.50	96.60	3.40	5 - 0
Nº 8	2.38	68.00	3.40	100.00		

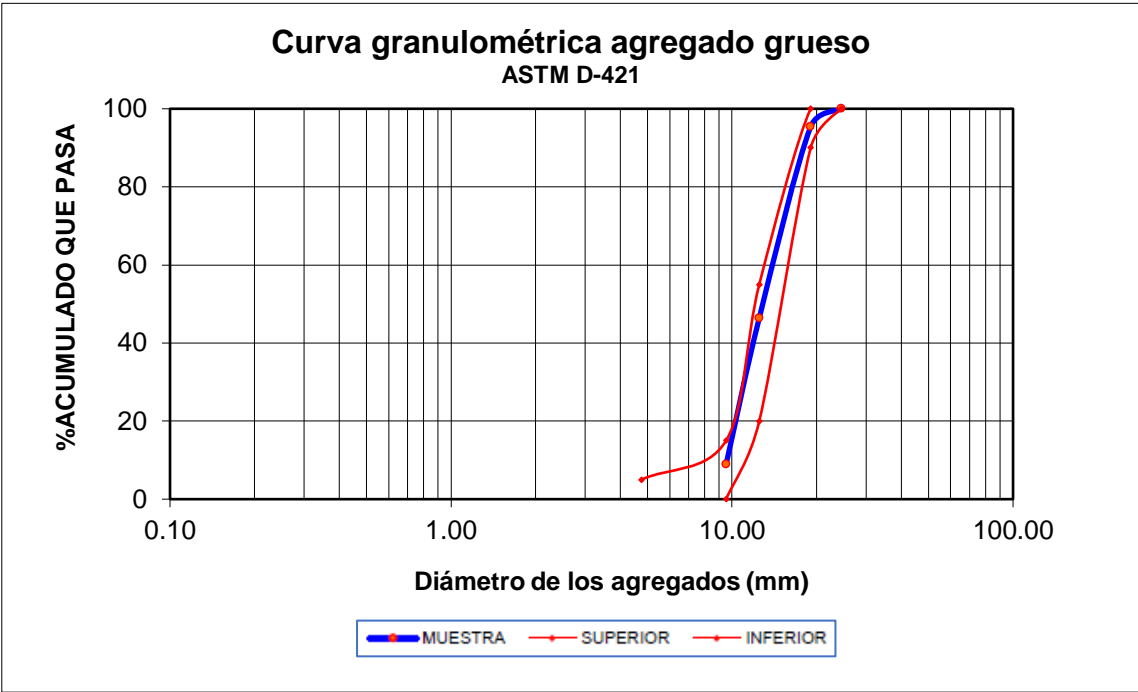


Figura 10: Curva granulométrica agregado grueso

Contenido de humedad (ASTM D2216 y NTP 339.127)

Agregado fino

Tabla 10

Humedad natural del agregado fino

MUESTRA	
Nº de Tarro	1
Peso del tarro (gr)	170.00
Tarro+ material húmedo (gr)	670.00
Tarro+ material seco (gr)	667.50
Peso del material húmedo (gr)	500.00
Peso del material seco (gr)	497.50
Peso del agua (gr)	2.50
% de humedad	0.50

Agregado grueso

Tabla 11

Humedad natural del agregado grueso

MUESTRA	
Nº de Tarro	1
Peso del tarro (gr)	170.00
Tarro+ material húmedo (gr)	670.00
Tarro+ material seco (gr)	666.50
Peso del material húmedo (gr)	500.00
Peso del material seco (gr)	496.50
Peso del agua (gr)	3.50
% de humedad	0.70

Peso específico de los agregados

Agregado fino (ASTM C128)

Tabla 12

Determinación del peso específico agregado fino

Procedencia: cantera vía crucis - san Jacinto		
A	Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B	Peso frasco + agua	663.1gr
C	Peso frasco + agua + A	1163.1gr
D	Peso material + agua en el frasco	975.2gr
E	Volumen de masa + volumen de vacíos= C- D	187.9
F	Peso material seco	490.1
P.E Bulk (Base Saturado) = A/E		2.66

Agregado grueso (ASTM C - 127)

Tabla 13

Determinación del peso específico del agregado grueso

Ítem	Valores
Peso material suelto y seco	500.0 gr
Volumen desplazado en la probeta	189.2 cm ³
Peso específico material suelto y seco	2.64 gr/cm ³

Porcentaje de absorción de humedad de los agregados

Agregado fino (ASTM C128)

Tabla 14

Determinación del porcentaje de absorción del agregado fino

Ítem	Valores
Peso material suelto y seco	500.0 gr
Volumen desplazado en la probeta	496.5 cm ³
% Absorción = $(1 - 496.5/500) \times 100$	0.7 %

Agregado grueso (ASTM C127)

Tabla 15

Determinación del porcentaje de absorción del agregado grueso

Ítem	Valores
Peso material suelto y seco	500.0 gr
Volumen desplazado en la probeta	495.5 cm ³
% Absorción = $(1 - 495.5/500) \times 100$	0.9 %

Peso unitario seco y compactado de los agregados

D = 15.20 cm y H = 12.60 cm

Agregado grueso (ASTM C29)

Tabla 16

Determinación del peso unitario seco y compactado del agregado grueso

Ítem	Valores
Peso de Material + Molde	7795
Peso de Molde = 3965	3965
Peso de Material = 3830	3830
Volumen de Molde = 2286	2286
Peso Unitario C/D = 1675	1675

Peso unitario suelto y seco de los agregados

D = 15.20 cm y H = 12.60 cm

Agregado fino (ASTM C – 29)

Tabla 17

Determinación del peso unitario suelto y seco

Ítem	Valores
Peso de material + molde	7433
Peso de molde	3965
Peso de material	3468
Volumen de molde	2286
Peso unitario $(3468/2286) \times 1000$	1517

Agregado grueso (ASTM – C29)

Tabla 18

Determinación del peso unitario suelto y seco

Ítem	Valores
Peso de material + molde	7303
Peso de molde	3965
Peso de material	3338
Volumen de molde	2286
Peso unitario $(3338/2286) \times 1000$	1460

Diseño de mezcla de concreto

En este apartado se detalla el proceso empleado para el diseño de la mezcla del concreto ACI (211.1-91) en base a los agregados de la cantera “Vía Crucis”, cuyos parámetros granulométricos y físicos se reseñan a continuación.

1. Definición de los parámetros de diseño:

Tabla 19

Parámetros de diseño del concreto

Ítem	Valor	Unidad	Tabla
Resistencia de diseño	210	Kg/cm ²	--
Slump o asentamiento	7.62 --3.0	cm - pulg	
Volumen unitario de agua [VUA]	200	L/m ³	
% de aire atrapado	2.0	%	
Relación agua/cemento	0.53	L/Kg	
Volumen de agregado grueso por m ³ de concreto	0.62	--	
Peso específico del cemento Portland	3.15	gr/cm ³	--
Peso específico del agua	1.00	gr/cm ³	--

2. Tabulación de los parámetros de los agregados de la cantera Vía Crucis

Tabla 20

Parámetros físicos de los agregados empleados

Ítem	Arena gruesa	Piedra	Unidades
Peso específico (ASTM C 128), (ASTM C 127)	2.66	2.64	gr/cm ³
% de absorción (ASTM C 128), (ASTM C 127)	0.7	0.9	%
Peso unitario seco y compactado (ASTM C 29)	-	1,675	Kg/m ³
Contenido de humedad ASTM (ASTM D2216 y NTP 339.127)	0.5	0.7	%
Módulo de fineza (ASTM C 125)	2.8	-	
Tamaño máximo agregados	-	¾"	Pulgadas
Peso unitario suelto y seco (ASTM C 29), (ASTM C 29)	1,517	1,460	Kg/m ³

En base a los datos antes señalados, se acomete al cálculo:

3. Con el criterio de una consistencia trabajable para el concreto, se selecciona el asentamiento o slump de tal manera que un chuceado permita eliminar el aire de las cubetas. Con este dato se consulta la Tabla 23, donde se observa que, para pavimentos, el slump mínimo recomendado es 3" o 7.62 cm.

4. Se determina el volumen unitario de agua [VUA] de la Tabla 24, encontrándose que para un diámetro máximo del agregado grueso de ¾ " es:

$$VUA = 200 \text{ L/m}^3$$

5. Para determinar el porcentaje de aire atrapado, se recurre a la Tabla 26 obteniéndose:

$$PAA = 2\%$$

6. Conociendo que la resistencia del concreto depende muy fuertemente del contenido de agua de la mezcla, se recurre a Tabla 27, donde para una resistencia de 210 Kg/cm² se tiene una relación agua cemento de:

$$\text{Relación [agua – cemento]} = 0.53$$

7. El factor cemento se calcula mediante la siguiente relación:

$$f_{\text{CEM}} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relación agua cemento}} = \frac{200 \text{ L/m}^3}{0.53 \frac{\text{L}}{\text{Kg}}} = 377.36 \text{ Kg/m}^3$$

8. A efectos de calcular el volumen del agregado grueso, se observa la Tabla 25, donde, para un módulo de fineza de 2.8, diámetro máximo del agregado grueso de ¾" se tiene un valor de 0.62. Luego:

$$\text{Peso agregado grueso y seco} = 0.62 \times 1,675 \text{ Kg/m}^3 = 1038.50 \text{ Kg/m}^3$$

9. En estas condiciones es posible determinar los volúmenes absolutos

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{377.36 \text{ Kg/m}^3}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.1198 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{Peso específico del agua}} = \frac{200 \text{ L/m}^3}{1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 2.0\% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{\text{Peso agregado grueso y seco}}{\text{peso específico del agregado grueso}} = \frac{1038.50 \text{ Kg/m}^3}{2.64 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.3934 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{Volúmenes absolutos conocidos} = 0.120 + 0.20 + 0.020 + 0.3934 = 0.7334 \text{ m}^3$$

10. Corresponde ahora determinar el volumen de arena, por la diferencia con el valor antes encontrado:

$$\text{Volumen (arena)} = 1 - 0.7334 \text{ m}^3 = 0.2666 \text{ m}^3$$

11. El peso de la arena seca se obtiene mediante:

$$\text{Peso arena seca} = 0.2666 \text{ m}^3 \times 2.66 \text{ gr/cm}^3 \times 1000 = 709.16 \text{ Kg/m}^3$$

12. Sin considerar la humedad de los agregados, los valores de diseño de mezcla son:

$$\text{Cemento} = 377.36 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 709.16 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1038.50 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 200.00 \text{ L/m}^3$$

13. Se considera ahora el efecto de la humedad. De la Tabla 21 se observa que el % de absorción de humedad excede al de humedad para ambos agregados, por lo que corresponde agregar agua para compensar esta carencia.

Para el agregado fino:

$$\text{Humedad} = 0.5 \% \Rightarrow 0.005 \times 709.16 \text{ Kg/m}^3 = 3.55 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo} = (709.16 + 3.55) \text{ Kg/m}^3 = 712.71 \text{ Kg/m}^3$$

Para el agregado grueso se procede de forma análoga:

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo} = 1038.50 (1+0.7/100) = 1045.77 \text{ Kg/m}^3$$

14. La humedad superficial de los agregados se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Humedad superficial del agregado} = \% \text{ humedad del agregado} - \% \text{ de absorción}$$

Para el agregado fino:

$$\text{Humedad superficial del agregado fino} = 0.5 \% - 0.7 \% = - 0.2 \%$$

Para el agregado grueso:

$$\text{Humedad superficial del agregado grueso} = 0.7 \% - 0.9 \% = - 0.2 \%$$

15. El aporte de humedad de los agregados:

$$\text{Aporte de humedad (agregado fino)} = 712.71 \text{ Kg/m}^3 \times (-0.2 \%) = - 1.43 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad (agregado grueso)} = 1045.77 \text{ Kg/m}^3 \times (-0.2\%) = - 2.09 \text{ L/m}^3$$

Agua corregida:

$$\text{Agua corregida} = 200 \text{ L/m}^3 - (-1.43 - 2.09) \text{ L/m}^3 = 203.52 \text{ L/m}^3$$

16. Agua sin corrección:

$$\text{Cemento} = 377.36 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow \mathbf{377 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Agregado fino húmedo} = 712.71 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow \mathbf{713 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = 1045.77 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow \mathbf{1046 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Agua} = 200.00 \text{ L/m}^3 \rightarrow \mathbf{200 \text{ L/m}^3}$$

17. Los materiales corregidos en humedad

Cemento	= 377.36 Kg/m ³	→	377 Kg/m³
Agregado fino húmedo	= 712.71 Kg/m ³	→	713 Kg/m³
Agregado grueso húmedo	= 1045.77 Kg/m ³	→	1046 Kg/m³
Agua	= 203.52 L/m ³	→	204 L/m³

18. Proporciones de diseño

Cemento	= 377.36/377.36 = 1.0 Kg de cemento
Arena	= 712.71/377.36 = 1.90 Kg de arena/Kg de cemento
Grava	= 1045.77/377.36 = 2.77 Kg grava/Kg de cemento
Agua	= 203.52/377.36 = 0.54 Lt de agua/Kg de cemento

19. Dosis de fibra PET

Tabla 21

Dosis de fibras PET

Cemento (Kg)	Dosis PET (%)	Fibra PET (Gramos)
1 Kg	1.0	10
	2.5	25
	5.0	50

20. Relación agua cemento corregida

Relación agua cemento corregida = Volumen de agua corregido/ Factor cemento

Relación agua cemento corregida = 203.52/377.36 = 0.54

21. Peso de agregados por bolsa de cemento

Cemento	=	= 1 bolsa
Arena	= 1.90 x 42.5 Kg/bolsa de cemento	= 80.75 Kg/bolsa
Grava	= 2.77 x 42.5 Kg/bolsa de cemento	= 117.72 Kg/bolsa
Agua	= 0.54 Lt x 42.5 Kg/bolsa de cemento	= 22.95 Lt/bolsa

22. Tablas ACI (211.1-91) para la dosificación del concreto

(Transcripción de las tablas proporcionadas por el laboratorio de Suelo MAS, Tumbes)

Tabla 22

Asentamiento o slump según aplicación del concreto

Tipo de construcción	Asentamiento en el cono de Abrams	
	Máximo (cm)	Mínimo (cm)
Muros armados de fundación y cimientos	12.5	5
Fundaciones, cajones y muros de concreto en masa	10	2.5
Losas, vigas y muros armados	15	7.5
Soportes de edificación	15	7.5
Pavimentos	7.5	5
Grandes macizos	7.5	2.5

Tabla 23

Requerimientos de agua y contenido de aire en términos del Slump

Asentamiento o slump	Agua en L/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concretos con poco aire incorporado							
1" a 2"	205	200	185	180	165	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	---
Cantidad aproximada de aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Concretos con mayor cantidad de aire incorporado							
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	160	160	---
Promedio recomendado para el contenido total (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Tabla 24*Volumen del agregado grueso en función del volumen del concreto*

Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto					
Diámetro	Módulo de finura de la arena				
Máximo	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Tabla 25*Porcentaje de aire atrapado y diámetro máximo del agregado grueso*

Diámetro máximo	Aire atrapado (%)
3/8"	3.00
1/2	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Tabla 26*Relación agua cemento y resistencia a la compresión a los 28 días*

Relación Agua/cemento (en peso)	Resistencia probable a la compresión a los 28 días (Kg/cm ²)	
	Concreto con poco aire incorporado	Concreto con mayor cantidad de aire incorporado
0.35	420	335
0.44	350	280
0.53	290	210
0.62	225	180
0.71	175	140
0.80	140	100

Anexo 5: Pruebas t de Student según las dosis de PET empleadas

Prueba a los 7 días

% de fibra PET	1.0 %	2.5 %
Media	154.00	164.33
Varianza	21.00	4.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	12.67	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	-3.56	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

% de fibra PET	2.5 %	5.0 %
Media	164.33	150.00
Varianza	4.33	7.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	5.67	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	7.37	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

% de fibra PET	1.0 %	5.0 %
Media	154.00	150.00
Varianza	21.00	7.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	14.00	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	1.31	
P(T<=t) una cola	0.13	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Prueba a los 14 días

% de fibra PET	1.0 %	2.5 %
Media	173.00	185.33
Varianza	4.00	6.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	5.17	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	-6.65	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

% de fibra PET	2.5 %	5.0 %
Media	185.33	175.67
Varianza	6.33	6.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	6.33	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	4.70	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

% de fibra PET	1.0 %	5.0 %
Media	173.00	175.67
Varianza	4.00	6.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	5.17	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	-1.44	
P(T<=t) una cola	0.11	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Continuación

Prueba a los 28 días

<i>% de fibra PET</i>	<i>1.0 %</i>	<i>2.5 %</i>
Media	234.33	258.00
Varianza	6.33	16.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	11.17	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	-8.67	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

<i>% de fibra PET</i>	<i>2.5 %</i>	<i>5.0 %</i>
Media	258.00	239.00
Varianza	16.00	7.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	11.50	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	6.86	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

<i>% de fibra PET</i>	<i>1.0 %</i>	<i>5.0 %</i>
Media	234.33	239.00
Varianza	6.33	7.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	6.67	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	-2.21	
P(T<=t) una cola	0.05	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Anexo 6: Pruebas de significación t de Student para el concreto patrón (sin PET) y el elaborado con 2.5% en peso de cemento con fibras PET

Prueba a los 7 días

<i>Parámetros estadísticos</i>	<i>2.5 % de fibra PET</i>	<i>Concreto patrón (Sin PET)</i>
Media	164.33	154.33
Varianza	4.33	6.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	5.33	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	5.30	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	


Prueba a los 14 días

<i>Parámetros estadísticos</i>	<i>2.5 % de fibra PET</i>	<i>Concreto patrón (Sin PET)</i>
Media	185.33	170.00
Varianza	6.33	4.00
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	5.17	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	8.26	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Prueba a los 28 días

<i>Parámetros estadísticos</i>	<i>2.5% de fibra PET</i>	<i>Concreto patrón (Sin PET)</i>
Media	258.00	224.67
Varianza	16.00	12.33
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	14.17	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	10.85	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Anexo 7: Resultados de laboratorio




LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 322090 - CEL 972943321 - RPM 988277 - Tumbes

ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRACTICO CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

FC:210Kg/cm²

REGISTRO INDECOPY - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 322090 - CEL 972943321 - RPM 988277 - Tumbes

Solicitantes: **Gonzales García Fransheska Katerine**
Guerrero Quesquen Roni Ronaldo



Fecha: 11/03/2022



PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

Procedencia: cantera vía crucis - san Jacinto	
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B) Peso fresco + H ₂ O	663.1gr
C) Peso fresco + H ₂ O + A (A+B)	1163.1gr
D) Peso material + H ₂ O en el fresco	975.2gr
E) Volumen de masa + volumen de vacíos= C- D	187.9
F) Peso material seco	490.1
F.E Bulk (Base Saturado) = A/E	2.66





REGISTRO INDECOPY - RESOLUCION N° 021280

Continua




LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022000 - CEL. 972943521 - RPM 4688277 - Tumbes


Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni Ronaldo
Fecha: 11/09/2022

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 127


MATERIAL : AGREGADO GRUESO (GRAVA ZARANDEADA 3/4)
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

1.- Peso de Material S.S.S. = 500.0 gr.
2.- Volumen Desplazado en Probeta = 189.2cm³
3.- P.E S.S.S. 1/2 = 2.64gr/Cm³





REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 022280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022000 - CEL. 972943521 - RPM 4688277 - Tumbes

Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni Ronaldo
Fecha: 11/09/2022

ABSORCION [%] NORMA ASTM C 128



MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO



1.- Peso de Material S.S.S. = 500
2.- Peso de Material Seco = 496.5
3.- % Absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.7$

ABSORCION [%] NORMA ASTM C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO


1.- Peso de Material S.S.S. = 500
2.- Peso de Material seco = 495.5
3.- % absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.9$





REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 022280

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022090 - CEL. 972944321 - RPM 4688277 - Tumbes

Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni Ronaldo

Fecha: 11/09/2022




PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)


PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

MOLDE : D = 15.20 cm.
 : H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7795
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3830
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1675



REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022090 - CEL. 972944321 - RPM 4688277 - Tumbes

Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni Ronaldo

Fecha: 11/09/2022



PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C29

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO


MOLDE : D = 15.20 cm.
 : H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7433
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3468
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1517



REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Conclusión



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
22090 - CEL. 972943321 - RPM #88277 - Tumbes

Solicitantes: Gonzales Garcia Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni RONALDO

Fecha: 11/03/2022


PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C 29


MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO


MOLDE : D = 15.20 cm.
 : H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7303
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3338
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1460





REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 022,280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
22090 - CEL. 972943321 - RPM #88277 - Tumbes

Solicitantes: Gonzales Garcia Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni RONALDO


Fecha: 11/03/2022


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTMD - 421

Procedencia: Cantera via crucis -San Jacinto
(Arena Gruesa Zarandeada)

Peso inicial seco: 558.00 g


MALLA	ABERTURA		MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	mm	µm	g	%	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50						
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00		100.00	100 - 100
Nº4	4.75	14.00	2.51	2.51	97.49	100 - 95	
Nº8	2.38	82.00	14.70	17.20	82.80	100 - 80	
Nº 16	1.19	155.00	27.78	44.98	55.02	85 - 50	
Nº 30	0.60	147.00	28.34	71.33	28.67	60 - 25	
Nº 50	0.30	85.00	15.23	85.56	13.44	30 - 10	
Nº 100	0.15	54.00	9.88	96.24	3.76	10 - 2	
FONDO			21.00	3.76	100.00	0.00	0 - 0
			558.00	0.00			





REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 022,280

Continuación



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972943321 - RPM 4688277 - Tumbes


Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni RONALDO
Fecha: 11/09/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO-ASTM - 421


Agregado Grueso
Piedra zarandeada
Peso inicial seco: 2000.0 gr

Procedencia: Cantera via crucis - San Jacinto


MALLA	ABERTURA [mm]	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES FRENTO N° 314
		[g]	[%]	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	92.00	4.60	4.60	95.40	90 -100
1/2"	12.50	985.00	49.25	53.85	46.15	85 -20
3/8"	9.53	750.00	37.50	91.10	8.90	15 -0
N° 4	4.76	110.00	5.50	96.60	3.40	5 -0
N° 8	2.38	68.00	3.40	100.00		
FONDO						



CURVA GRANULOMÉTRICA



REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCIÓN N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 972943321 - RPM 4688277 - Tumbes

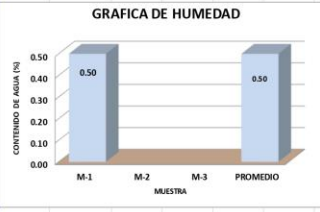
Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni RONALDO
Fecha: 11/09/2022

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD


Materia: Arena zarandeada de la cantera Vía Crucis 2005 - San Jacinto

HUMEDAD NATURAL				
MUESTRA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Nº DE TARRRO				
P. DEL TARRRO [gr]	170.00			
TARRRO+S. HUMEDO (gr)	670.00			
TARRRO+S. SECO (gr)	667.50			
P. DEL S. HUMEDO (gr)	500.00			
P. DEL S. SECO (gr)	497.50			
P. DEL AGUA (gr)	2.50			
% DE HUMEDAD	0.50			0.50
HUMEDAD PROMEDIO (%)	0.50			

MATERIAL: ARENA ZARANDEADA CANTERA VIA CRUCIS 2005 - SAN JACINTO




GRÁFICA DE HUMEDAD



REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCIÓN N° 021280

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 22090 - CEL. 972943321 - RPM 468277 - Tumbes

Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
 Guerrero Quesquen Roni Ronaldo

Fecha: 11/03/2022

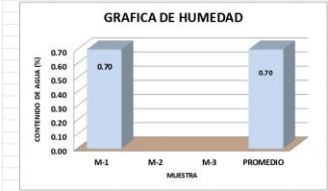
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Material: Grava zarandeada e3 % de cantera Vía Crucis 2005 – San Jacinto



HUMEDAD NATURAL				
MUESTRA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Nº DE TARRO	1			
P. DEL TARRO (gr)	170.00			
TARRO+S. HUMEDO (gr)	670.00			
TARRO+S. SECO (gr)	666.50			
P. DEL S. HUMEDO (gr)	500.00			
P. DEL S. SECO (gr)	496.50			
P. DEL AGUA (gr)	3.50			
% DE HUMEDAD	0.70			0.70
HUMEDAD PROMEDIO (%)	0.70			

MATERIAL:GRAVA ZARANDEADA DE 3/4 CANTERA VIA CRUCIS 2005 - SAN JACINTO


GRAFICA DE HUMEDAD



The bar chart displays the moisture content percentage for four categories: M-1, M-2, M-3, and the average (PROMEDIO). All four categories show a moisture content of 0.70%.

REGISTRO INDECOPI – RESOLUCION N° 021280






LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 22090 - CEL. 972943321 - RPM 468277 - Tumbes



Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
 Guerrero Quesquen Roni Ronaldo

Fecha: 11/03/2022

ENSAYO DE GRANULOMETRIA



REGISTRO INDECOPI – RESOLUCION N° 021280

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Qesquen Roni Ronaldo
Fecha: 11/03/2022

Ensayo de humedad



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Paredes Nor
CIP: 136833

Diseño de mezcla del concreto patrón



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO TIPO MS

Solicitantes: Gonzales García Fransheska Katerine
Guerrero Quesquen Roni Ronaldo

Fecha: 11/03/2022

DATOS GENERALES

RESISTENCIA: FC = 210Kg/cm ² a los 28 días	
CEMENTO (ASTM.C TIPO: MS)	
ESTRUCTURAS: -	ASENTAMIENTO (SLUMP): 3pulg
AG. FINO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - SAN JACINTO	
AG. GRUESO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - SAN JACINTO	

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

DESCRIPCIÓN	AG. FINO	AG. GRUESO
1. PESO ESPECÍFICO. Bulk (Base Seca)	2.66	2.64
2. PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO	Kg/m ³	1675
3. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.9
4. CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.7
5. MÓDULO FINEZA ASTM C - 125	2.8	-
6. TAMAÑO MÁX. AGREGADOS	Pulgadas	3/4"
7. PESO UNITARIO SUELTO Y SECO	Kg./m ³	1,460

TABLAS PARA DISEÑOS DE MEZCLA

A.- ASENTAMIENTO (Tabla N° 01) SLUMP	mm	75
B.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Tabla 2)	Lt/m ³	200
C.- POCENTAJE DE AIRE ATRAPADO (Tabla 2)	%	2 %
D.- RELACIÓN AGUA - CEMENTO (Tabla 3)		0.53
E.- VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ DE CONCRETO (TABLA 5)		0.62

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO EN MEZCLA (SECO)

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Seco Kg/m ³	377	709	1038	200

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Obra kg/m ³	377	713	1046	204

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA	FIBRA DE POLITEREFTALATO
Dosificación/Kg cemento	1	1.9	2.8	0.54	- 1%
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"					- 2.5%
					- 5%



Resultados de roturas de especímenes

Concreto patrón
7 días



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MELAGRO - TUMBES
☎ 822090 - CEL. 972943321 - RPM 4972943321 - Tumbes

SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE
GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO
FECHA : 19/03/2022

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/cm²)	%	DESEÑO	OBSERVACIONES	
01	PATRON (CONCRETO Fc=210Kg/Cm²)	12-03-2022	19-03-2022	07	119	12134	78.54	154	73	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS EIRL	
02		12-03-2022	19-03-2022	07	117	11930	78.54	152	72	210		
03		12-03-2022	19-03-2022	07	121	12338	78.54	157	75	210		
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)	
											7	65 - 70
											14	80 - 86
											21	90 - 96
											28	100-Mas

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Concreto patrón
14 días



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MELAGRO - TUMBES
☎ 822090 - CEL. 972943321 - RPM 4972943321 - Tumbes

SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE
GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO
FECHA : 26/03/2022

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/cm²)	%	DESEÑO	OBSERVACIONES	
01	PATRON (CONCRETO Fc=210Kg/Cm²)	12-03-2022	26-03-2022	14	131	13358	78.54	170	81	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS EIRL	
02		12-03-2022	26-03-2022	14	130	13258	78.54	168	80	210		
03		12-03-2022	26-03-2022	14	133	13562	78.54	172	82	210		
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)	
											7	65 - 70
											14	80 - 86
											21	90 - 96
											28	100-Mas

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Concreto patrón
28 días



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MELAGRO - TUMBES
☎ 822090 - CEL. 972943321 - RPM 4972943321 - Tumbes

SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE
GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO
FECHA : 09/04/2022

ENSAYO A LA COMPRESION










N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/cm²)	%	DESEÑO	OBSERVACIONES	
01	PATRON (CONCRETO Fc=210Kg/Cm²)	12-03-2022	09-04-2022	28	170	17335	78.54	221	105	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS EIRL	
02		12-03-2022	09-04-2022	28	173	17641	78.54	225	107	210		
03		12-03-2022	09-04-2022	28	176	17947	78.54	228	109	210		
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)	
											7	65 - 70
											14	80 - 86
											21	90 - 96
											28	100-Mas

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022)
1KN = 101.972 Kg.










 

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continuación

<p>1 % de PET 7 días</p>	<div style="text-align: center;">  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 222090 - CEL. 972945321 - RFM #972945321 - Tumbes</p> </div> <p>SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHEKA KATERINE GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO FECHA :19/03/2022</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO A LA COMPRESION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>ESTRUCTURA</th> <th>FECHA DE VACIADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>EDAD EN DIAS</th> <th>CARGA EN KN</th> <th>CARGA EN KILOS</th> <th>AREA (cm²)</th> <th>RESISTENCIA (KG/ cm²)</th> <th>%</th> <th>DISEÑO</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td rowspan="3">DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%</td> <td>12-03-2022</td> <td>19-03-2022</td> <td>07</td> <td>115</td> <td>11726</td> <td>78.54</td> <td>149</td> <td>71</td> <td>210</td> <td rowspan="3">Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>12-03-2022</td> <td>19-03-2022</td> <td>07</td> <td>120</td> <td>12236</td> <td>78.54</td> <td>155</td> <td>74</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>12-03-2022</td> <td>19-03-2022</td> <td>07</td> <td>122</td> <td>12440</td> <td>78.54</td> <td>158</td> <td>75</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">EDAD PORCENTAJE (DIAS)</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">65 - 70</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">80 - 86</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">21</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">90 - 96</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">100-Mas</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022) 1KN = 101.972 Kg.</p> <div style="text-align: right;">   <p>Ing. Civil Fernando Antonio Paredes Berra C.P. 120933</p> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280</p>	N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES	01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%	12-03-2022	19-03-2022	07	115	11726	78.54	149	71	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.	02	12-03-2022	19-03-2022	07	120	12236	78.54	155	74	210	03	12-03-2022	19-03-2022	07	122	12440	78.54	158	75	210												EDAD PORCENTAJE (DIAS)												7												65 - 70												14												80 - 86												21												90 - 96												28												100-Mas
N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES																																																																																																																																														
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%	12-03-2022	19-03-2022	07	115	11726	78.54	149	71	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.																																																																																																																																														
02		12-03-2022	19-03-2022	07	120	12236	78.54	155	74	210																																																																																																																																															
03		12-03-2022	19-03-2022	07	122	12440	78.54	158	75	210																																																																																																																																															
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)																																																																																																																																														
											7																																																																																																																																														
											65 - 70																																																																																																																																														
											14																																																																																																																																														
											80 - 86																																																																																																																																														
											21																																																																																																																																														
											90 - 96																																																																																																																																														
											28																																																																																																																																														
											100-Mas																																																																																																																																														
<p>1 % de PET 14 días</p>	<div style="text-align: center;">  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 222090 - CEL. 972945321 - RFM #972945321 - Tumbes</p> </div> <p>SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHEKA KATERINE GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO FECHA :26/03/2022</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO A LA COMPRESION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>ESTRUCTURA</th> <th>FECHA DE VACIADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>EDAD EN DIAS</th> <th>CARGA EN KN</th> <th>CARGA EN KILOS</th> <th>AREA (cm²)</th> <th>RESISTENCIA (KG/ cm²)</th> <th>%</th> <th>DISEÑO</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td rowspan="3">DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%</td> <td>12-03-2022</td> <td>26-03-2022</td> <td>14</td> <td>133</td> <td>13562</td> <td>78.54</td> <td>173</td> <td>82</td> <td>210</td> <td rowspan="3">Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>12-03-2022</td> <td>26-03-2022</td> <td>14</td> <td>135</td> <td>13766</td> <td>78.54</td> <td>175</td> <td>83</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>12-03-2022</td> <td>26-03-2022</td> <td>14</td> <td>132</td> <td>13460</td> <td>78.54</td> <td>171</td> <td>82</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">EDAD PORCENTAJE (DIAS)</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">65 - 70</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">80 - 86</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">21</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">90 - 96</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">100-Mas</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022) 1KN = 101.972 Kg.</p> <div style="text-align: right;">   <p>Ing. Civil Fernando Antonio Paredes Berra C.P. 120933</p> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280</p>	N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES	01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%	12-03-2022	26-03-2022	14	133	13562	78.54	173	82	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.	02	12-03-2022	26-03-2022	14	135	13766	78.54	175	83	210	03	12-03-2022	26-03-2022	14	132	13460	78.54	171	82	210												EDAD PORCENTAJE (DIAS)												7												65 - 70												14												80 - 86												21												90 - 96												28												100-Mas
N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES																																																																																																																																														
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%	12-03-2022	26-03-2022	14	133	13562	78.54	173	82	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.																																																																																																																																														
02		12-03-2022	26-03-2022	14	135	13766	78.54	175	83	210																																																																																																																																															
03		12-03-2022	26-03-2022	14	132	13460	78.54	171	82	210																																																																																																																																															
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)																																																																																																																																														
											7																																																																																																																																														
											65 - 70																																																																																																																																														
											14																																																																																																																																														
											80 - 86																																																																																																																																														
											21																																																																																																																																														
											90 - 96																																																																																																																																														
											28																																																																																																																																														
											100-Mas																																																																																																																																														
<p>1 % de PET 28 días</p>	<div style="text-align: center;">  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 222090 - CEL. 972945321 - RFM #972945321 - Tumbes</p> </div> <p>SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHEKA KATERINE GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO FECHA :09/04/2022</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO A LA COMPRESION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>ESTRUCTURA</th> <th>FECHA DE VACIADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>EDAD EN DIAS</th> <th>CARGA EN KN</th> <th>CARGA EN KILOS</th> <th>AREA (cm²)</th> <th>RESISTENCIA (KG/ cm²)</th> <th>%</th> <th>DISEÑO</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td rowspan="3">DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%</td> <td>12-03-2022</td> <td>09-04-2022</td> <td>28</td> <td>179</td> <td>18252</td> <td>78.54</td> <td>232</td> <td>110</td> <td>210</td> <td rowspan="3">Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>12-03-2022</td> <td>09-04-2022</td> <td>28</td> <td>183</td> <td>18660</td> <td>78.54</td> <td>237</td> <td>113</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>12-03-2022</td> <td>09-04-2022</td> <td>28</td> <td>180</td> <td>18354</td> <td>78.54</td> <td>234</td> <td>111</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">EDAD PORCENTAJE (DIAS)</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">65 - 70</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">80 - 86</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">21</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">90 - 96</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">100-Mas</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022) 1KN = 101.972 Kg.</p> <div style="text-align: right;">   <p>Ing. Civil Fernando Antonio Paredes Berra C.P. 120933</p> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280</p>	N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES	01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%	12-03-2022	09-04-2022	28	179	18252	78.54	232	110	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.	02	12-03-2022	09-04-2022	28	183	18660	78.54	237	113	210	03	12-03-2022	09-04-2022	28	180	18354	78.54	234	111	210												EDAD PORCENTAJE (DIAS)												7												65 - 70												14												80 - 86												21												90 - 96												28												100-Mas
N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (KG/ cm ²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES																																																																																																																																														
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 1%	12-03-2022	09-04-2022	28	179	18252	78.54	232	110	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.																																																																																																																																														
02		12-03-2022	09-04-2022	28	183	18660	78.54	237	113	210																																																																																																																																															
03		12-03-2022	09-04-2022	28	180	18354	78.54	234	111	210																																																																																																																																															
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)																																																																																																																																														
											7																																																																																																																																														
											65 - 70																																																																																																																																														
											14																																																																																																																																														
											80 - 86																																																																																																																																														
											21																																																																																																																																														
											90 - 96																																																																																																																																														
											28																																																																																																																																														
											100-Mas																																																																																																																																														

Continuación

<p>2.5 % de PET 7 días</p>	<div style="text-align: center;">  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes</p> </div> <p>SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO FECHA :19/03/2022</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO A LA COMPRESION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>ESTRUCTURA</th> <th>FECHA DE VACIADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>EDAD EN DIAS</th> <th>CARGA EN KN</th> <th>CARGA EN KILOS</th> <th>AREA (cm²)</th> <th>RESISTENCIA (KG/ cm²)</th> <th>%</th> <th>DISEÑO</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>DISEÑO 210 CON FIBRA DE</td> <td>12-03-2022</td> <td>19-03-2022</td> <td>07</td> <td>127</td> <td>12950</td> <td>78.54</td> <td>165</td> <td>78</td> <td>210</td> <td rowspan="3">Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%</td> <td>12-03-2022</td> <td>19-03-2022</td> <td>07</td> <td>125</td> <td>12746</td> <td>78.54</td> <td>162</td> <td>77</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td></td> <td>12-03-2022</td> <td>19-03-2022</td> <td>07</td> <td>128</td> <td>13052</td> <td>78.54</td> <td>166</td> <td>79</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">EDAD PORCENTAJE (DIAS)</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">7 65 - 70</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">14 80 - 86</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">21 90 - 96</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">28 100-Mas</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022) 1KN = 101.972 Kg.</p> <div style="text-align: right;">   <p>SUELO MÁS E.I.R.L. Ing. Civil Fernando Benito Pajero Bero. C.P.: 131833</p> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280</p>	N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES	01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE	12-03-2022	19-03-2022	07	127	12950	78.54	165	78	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.	02	POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%	12-03-2022	19-03-2022	07	125	12746	78.54	162	77	210	03		12-03-2022	19-03-2022	07	128	13052	78.54	166	79	210												EDAD PORCENTAJE (DIAS)												7 65 - 70												14 80 - 86												21 90 - 96												28 100-Mas
N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES																																																																																																
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE	12-03-2022	19-03-2022	07	127	12950	78.54	165	78	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.																																																																																																
02	POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%	12-03-2022	19-03-2022	07	125	12746	78.54	162	77	210																																																																																																	
03		12-03-2022	19-03-2022	07	128	13052	78.54	166	79	210																																																																																																	
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)																																																																																																
											7 65 - 70																																																																																																
											14 80 - 86																																																																																																
											21 90 - 96																																																																																																
											28 100-Mas																																																																																																
<p>2.5 % de PET 14 días</p>	<div style="text-align: center;">  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes</p> </div> <p>SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO FECHA :26/03/2022</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO A LA COMPRESION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>ESTRUCTURA</th> <th>FECHA DE VACIADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>EDAD EN DIAS</th> <th>CARGA EN KN</th> <th>CARGA EN KILOS</th> <th>AREA (cm²)</th> <th>RESISTENCIA (KG/ cm²)</th> <th>%</th> <th>DISEÑO</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>DISEÑO 210 CON FIBRA DE</td> <td>12-03-2022</td> <td>26-03-2022</td> <td>14</td> <td>143</td> <td>14581</td> <td>78.54</td> <td>185</td> <td>88</td> <td>210</td> <td rowspan="3">Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%</td> <td>12-03-2022</td> <td>26-03-2022</td> <td>14</td> <td>145</td> <td>14785</td> <td>78.54</td> <td>188</td> <td>89</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td></td> <td>12-03-2022</td> <td>26-03-2022</td> <td>14</td> <td>141</td> <td>14378</td> <td>78.54</td> <td>183</td> <td>87</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">EDAD PORCENTAJE (DIAS)</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">7 65 - 70</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">14 80 - 86</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">21 90 - 96</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">28 100-Mas</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022) 1KN = 101.972 Kg.</p> <div style="text-align: right;">   <p>SUELO MÁS E.I.R.L. Ing. Civil Fernando Benito Pajero Bero. C.P.: 131833</p> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280</p>	N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES	01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE	12-03-2022	26-03-2022	14	143	14581	78.54	185	88	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.	02	POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%	12-03-2022	26-03-2022	14	145	14785	78.54	188	89	210	03		12-03-2022	26-03-2022	14	141	14378	78.54	183	87	210												EDAD PORCENTAJE (DIAS)												7 65 - 70												14 80 - 86												21 90 - 96												28 100-Mas
N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES																																																																																																
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE	12-03-2022	26-03-2022	14	143	14581	78.54	185	88	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.																																																																																																
02	POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%	12-03-2022	26-03-2022	14	145	14785	78.54	188	89	210																																																																																																	
03		12-03-2022	26-03-2022	14	141	14378	78.54	183	87	210																																																																																																	
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)																																																																																																
											7 65 - 70																																																																																																
											14 80 - 86																																																																																																
											21 90 - 96																																																																																																
											28 100-Mas																																																																																																
<p>2.5 % de PET 28 días</p>	<div style="text-align: center;">  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes</p> </div> <p>SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO FECHA :09/04/2022</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO A LA COMPRESION</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>ESTRUCTURA</th> <th>FECHA DE VACIADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>EDAD EN DIAS</th> <th>CARGA EN KN</th> <th>CARGA EN KILOS</th> <th>AREA (cm²)</th> <th>RESISTENCIA (KG/ cm²)</th> <th>%</th> <th>DISEÑO</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>DISEÑO 210 CON FIBRA DE</td> <td>12-03-2022</td> <td>09-04-2022</td> <td>28</td> <td>199</td> <td>20292</td> <td>78.54</td> <td>258</td> <td>123</td> <td>210</td> <td rowspan="3">Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%</td> <td>12-03-2022</td> <td>09-04-2022</td> <td>28</td> <td>196</td> <td>19986</td> <td>78.54</td> <td>254</td> <td>121</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td></td> <td>12-03-2022</td> <td>09-04-2022</td> <td>28</td> <td>202</td> <td>20598</td> <td>78.54</td> <td>262</td> <td>125</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">EDAD PORCENTAJE (DIAS)</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">7 65 - 70</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">14 80 - 86</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">21 90 - 96</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;">28 100-Mas</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022) 1KN = 101.972 Kg.</p> <div style="text-align: right;">   <p>SUELO MÁS E.I.R.L. Ing. Civil Fernando Benito Pajero Bero. C.P.: 131833</p> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280</p>	N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES	01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE	12-03-2022	09-04-2022	28	199	20292	78.54	258	123	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.	02	POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%	12-03-2022	09-04-2022	28	196	19986	78.54	254	121	210	03		12-03-2022	09-04-2022	28	202	20598	78.54	262	125	210												EDAD PORCENTAJE (DIAS)												7 65 - 70												14 80 - 86												21 90 - 96												28 100-Mas
N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES																																																																																																
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE	12-03-2022	09-04-2022	28	199	20292	78.54	258	123	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS E.I.R.L.																																																																																																
02	POLITERFTALATO DE ETILENO 2.5%	12-03-2022	09-04-2022	28	196	19986	78.54	254	121	210																																																																																																	
03		12-03-2022	09-04-2022	28	202	20598	78.54	262	125	210																																																																																																	
											EDAD PORCENTAJE (DIAS)																																																																																																
											7 65 - 70																																																																																																
											14 80 - 86																																																																																																
											21 90 - 96																																																																																																
											28 100-Mas																																																																																																

Continuación

5.0 % de PET
7 días



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RFM #972945321 - Tumbes

SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE
GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO
FECHA :19/03/2022

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 5%	12-03-2022	19-03-2022	07	115	11726	78.54	149	71	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS EIRL
02		12-03-2022	19-03-2022	07	118	12032	78.54	153	73	210	
03		12-03-2022	19-03-2022	07	114	11624	78.54	148	70	210	
EDAD PORCENTAJE (DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022)
1KN = 101.972 Kg.

 
Ing. Chel Fátima Benda Rojas Benda
C.P. 151823

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

5.0 % de PET
14 días



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RFM #972945321 - Tumbes

SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE
GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO
FECHA :19/03/2022

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 5%	12-03-2022	19-03-2022	07	115	11726	78.54	149	71	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS EIRL
02		12-03-2022	19-03-2022	07	118	12032	78.54	153	73	210	
03		12-03-2022	19-03-2022	07	114	11624	78.54	148	70	210	
EDAD PORCENTAJE (DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022)
1KN = 101.972 Kg.

 
Ing. Chel Fátima Benda Rojas Benda
C.P. 151823

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

5.0 % de PET
28 días



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RFM #972945321 - Tumbes

SOLICITANTE: GONZALES GARCÍA FRANSHESKA KATERINE
GUERRERO QUESQUEN RONI RONALDO
FECHA :09/04/2022

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/ cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	DISEÑO 210 CON FIBRA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO 5%	12-03-2022	09-04-2022	28	186	18966	78.54	241	115	210	Los Testigos fueron realizados en el laboratorio SUELO MAS EIRL
02		12-03-2022	09-04-2022	28	182	18558	78.54	236	112	210	
03		12-03-2022	09-04-2022	28	185	18864	78.54	240	114	210	
EDAD PORCENTAJE (DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado N° LFP22-0035 - 2022)
1KN = 101.972 Kg.

 
Ing. Chel Fátima Benda Rojas Benda
C.P. 151823

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Anexo 8: Panel fotográfico

Materiales y llegada al laboratorio



Figura 11: *Material PET*



Figura 12: *Llegada de los tesistas al laboratorio*

Preparación para granulometría



Figura 13: *Preparando granulometría*



Figura 14: *Alistando materiales*

Granulometría



Figura 15: Preparando la muestra



Figura 16: Colocando en autoclave



Figura 17: Pesando agregado grueso



Figura 18: Vertiendo agregado grueso en mallas

Granulometría



Figura 19: Ordenando tamices



Figura 20: Pesando fibras PET



Figura 21: Observando menisco



Figura 22: Determinando volumen

Batido de mezcla



Figura 23: Día de elaboración de especímenes



Figura 24: Adicionando las fibras PET al concreto

Marcado de los especímenes



Figura 25: Completando las cubetas



Figura 26: Cubetas datadas y clasificadas por concentración de PET

Ensayo con el cono de Abrams



Figura 27: Varillado del concreto



Figura 28: Rasado del concreto



Figura 29: Retiro del cono



Figura 30: Medición Slump

Ensayo (rotura) de especímenes (prueba de resistencia a la compresión)



Figura 31: *Equipo para ensayo de rotura*



Figura 32: *Ajuste de especímenes*



Figura 33: *Momento de la rotura*



Figura 34: *Especimen roto*