



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“IMPACTO DEL USO DE FIBRA DE POLIPROPILENO
RECICLADO EN LA FLEXIÓN Y COMPRESIÓN DEL
CONCRETO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO EN
TRUJILLO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Jonathan Engenberth Cruzado Fabian

Wilmer Jefferson Luna Aliaga

Asesor:

Dra. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0001-8198-2250>

Trujillo – Perú

JURADO EVALUADOR

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Neicer Campos Vasquez |
| | Nombre y Apellidos |

| | |
|----------|-------------------------------|
| Jurado 2 | Erick Humberto Rabanal Chavez |
| | Nombre y Apellidos |

| | |
|----------|----------------------------------|
| Jurado 3 | Sheyla Yuliana Cornejo Rodriguez |
| | Nombre y Apellidos |

INFORME DE SIMILITUD

IMPACTO DEL USO DE FIBRA DE POLIPROPILENO RECICLADO EN LA FLEXIÓN Y COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO EN TRUJILLO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante | 11% |
| 2 | repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 3 | repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | Hangwei Wan, Yuquan Wen, Qi Zhang. "Flame behaviors and severity parameters of hexogen cloud explosion in the combustion chamber", Fuel, 2023 Publicación | 1% |

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedicamos a nuestros padres, por su esfuerzo continuo para poder vernos cumplir nuestras metas, también para nuestros hermanos, amigos y demás familiares, los cuales nos brindaron ánimos en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios ya que sin él nada nos sería posible, igualmente a nuestros padres, por su apoyo incondicional en cada una de nuestras etapas de vida, también para nuestros hermanos, familiares y amigos, por estar en cada una de nuestras experiencias vividas. Finalmente, para nuestros docentes, por brindarnos sus conocimientos y experiencias, para poder desarrollarnos como profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| JURADO EVALUADOR | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD | 2 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDO | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 9 |
| RESUMEN | 11 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 12 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 31 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 46 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 57 |
| REFERENCIAS | 65 |
| ANEXOS | 72 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada | 23 |
| Tabla 2 Diseño de investigación | 32 |
| Tabla 3 Matriz de operacionalización de la variable resistencia a la flexión | 34 |
| Tabla 4 Matriz de operacionalización de la variable resistencia a la compresión | 35 |
| Tabla 5 Matriz de operacionalización de la variable fibras de polipropileno reciclado | 36 |
| Tabla 6 Valores de la distribución normal estandarizada (Z)..... | 38 |
| Tabla 7 Resistencia a la compresión de probetas de concreto reforzadas con fibra sintética, evaluadas a 14 días de edad, Chahua y Huayta (2018). | 39 |
| Tabla 8 Sumatoria de los cuadrados de la diferencia entre las resistencias a compresión y su promedio. | 39 |
| Tabla 9 Tamaño de muestra para el ensayo de resistencia a la compresión..... | 40 |
| Tabla 10 Resistencia a la flexión de viguetas de concreto reforzadas con fibra sintética, evaluadas a 14 días de edad, Chahua y Huayta (2018). | 41 |
| Tabla 11 Sumatoria de los cuadrados de la diferencia entre las resistencias a flexión y su promedio. | 41 |
| Tabla 12 Tamaño de muestra para el ensayo de resistencia a la flexión. | 42 |
| Tabla 13 Pruebas para el análisis de datos | 44 |
| Tabla 14 Caracterización del agregado grueso..... | 47 |
| Tabla 15 Caracterización del agregado fino..... | 48 |
| Tabla 16 Diseño de mezcla del concreto para pavimento rígido ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$). | 48 |
| Tabla 17 Cantidad de fibra de polipropileno reciclado por tanda de concreto. | 49 |
| Tabla 18 Normalidad para la resistencia a la compresión a 3 días de edad. | 52 |
| Tabla 19 Normalidad para la resistencia a la compresión a 7 días de edad. | 52 |
| Tabla 20 Normalidad para la resistencia a la compresión a 14 días de edad. | 52 |
| Tabla 21 Normalidad para la resistencia a la compresión a 28 días de edad. | 53 |
| Tabla 22 Normalidad para la resistencia a la flexión a 28 días de edad..... | 53 |
| Tabla 23 Varianza para la resistencia a la compresión a 3 días de edad. | 53 |
| Tabla 24 Varianza para la resistencia a la compresión a 7 días de edad. | 54 |
| Tabla 25 Varianza para la resistencia a la compresión a 14 días de edad. | 54 |
| Tabla 26 Varianza para la resistencia a la compresión a 28 días de edad. | 54 |
| Tabla 27 Varianza para la resistencia a la flexión a 28 días de edad. | 55 |
| Tabla 28 Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 3 días de edad..... | 55 |
| Tabla 29 Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 7 días de edad..... | 55 |
| Tabla 30 Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 14 días de edad..... | 56 |
| Tabla 31 Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 28 días de edad..... | 56 |
| Tabla 32 Posprueba Tukey para la resistencia a la flexión a 28 días de edad..... | 56 |
| Tabla 33 Análisis granulométrico del agregado grueso | 72 |
| Tabla 34 Análisis granulométrico del agregado fino | 72 |
| Tabla 35 Contenido de humedad del agregado fino | 73 |
| Tabla 36 Contenido de humedad del agregado grueso..... | 73 |
| Tabla 37 Peso unitario del agregado fino | 73 |
| Tabla 38 Peso unitario del agregado grueso..... | 74 |
| Tabla 39 Peso específico y absorción del agregado fino..... | 74 |
| Tabla 40 Peso específico y absorción del agregado grueso..... | 74 |
| Tabla 41 Parámetros requeridos para el diseño de mezcla..... | 75 |
| Tabla 42 Determinación de $f'cr$ cuando no se cuenta con data histórica para calcular el “S”. .. | 75 |

| | |
|--|----|
| Tabla 43 Cantidad de agua y contenido de aire de acuerdo con el asentamiento y TMN del agregado. | 75 |
| Tabla 44 Dependencia entre la relación a/c y la resistencia a compresión del concreto. | 76 |
| Tabla 45 Factores de agregado grueso (b/b ₀)..... | 76 |
| Tabla 46 Peso seco de los materiales. | 77 |
| Tabla 47 Peso húmedo de los materiales..... | 78 |
| Tabla 48 Peso SSS de los materiales..... | 78 |
| Tabla 49 Resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de edad | 79 |
| Tabla 50 Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra a 3 días de edad..... | 79 |
| Tabla 51 Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra a 3 días de edad..... | 79 |
| Tabla 52 Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra a 3 días de edad..... | 79 |
| Tabla 53 Resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de edad | 80 |
| Tabla 54 Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra a 7 días de edad..... | 80 |
| Tabla 55 Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra a 7 días de edad..... | 80 |
| Tabla 56 Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra a 7 días de edad..... | 80 |
| Tabla 57 Resistencia a la compresión del concreto patrón a 14 días de edad | 81 |
| Tabla 58 Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra a 14 días de edad.... | 81 |
| Tabla 59 Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra a 14 días de edad.... | 81 |
| Tabla 60 Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra a 14 días de edad.... | 81 |
| Tabla 61 Resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de edad | 82 |
| Tabla 62 Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra a 28 días de edad.... | 82 |
| Tabla 63 Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra a 28 días de edad.... | 82 |
| Tabla 64 Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra a 28 días de edad.... | 82 |
| Tabla 65 Resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días de edad | 83 |
| Tabla 66 Resistencia a la flexión del concreto con 300 g/m ³ de fibra a 28 días de edad | 83 |
| Tabla 67 Resistencia a la flexión del concreto con 600 g/m ³ de fibra a 28 días de edad | 83 |
| Tabla 68 Resistencia a la flexión del concreto con 900 g/m ³ de fibra a 28 días de edad | 83 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 Procedimiento de tesis | 45 |
| Figura 2 Resistencia a la compresión promedio de los concretos evaluados a 3, 7, 14 y 28 días de curado | 46 |
| Figura 3 Resistencia a la flexión promedio del concreto a 28 días de edad. | 47 |
| Figura 4 Resistencia a la compresión promedio del concreto a 3 días de edad..... | 49 |
| Figura 5 Resistencia a la compresión promedio del concreto a 7 días de edad..... | 50 |
| Figura 6 Resistencia a la compresión promedio del concreto a 14 días de edad..... | 50 |
| Figura 7 Resistencia a la compresión promedio del concreto a 28 días de edad..... | 51 |
| Figura 8 Resistencia a la flexión promedio del concreto a 28 días de edad. | 51 |
| Figura 9 Matriz para evaluación de experto del instrumento de recolección de datos..... | 84 |
| Figura 10 Formato de guía de observación para el ensayo de resistencia a la compresión | 85 |
| Figura 11 Formato de guía de observación para el ensayo de resistencia a la flexión..... | 86 |
| Figura 12 Informe de ensayo de granulometría del agregado fino..... | 87 |
| Figura 13 Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado fino..... | 88 |
| Figura 14 Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado fino | 89 |
| Figura 15 Informe de ensayo de peso unitario del agregado fino | 90 |
| Figura 16 Informe de ensayo de granulometría del agregado grueso | 91 |
| Figura 17 Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado grueso..... | 92 |
| Figura 18 Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso..... | 93 |
| Figura 19 Informe de ensayo de peso unitario del agregado grueso | 94 |
| Figura 20 Informe de ensayos del concreto en estado fresco..... | 95 |
| Figura 21 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de edad. | 96 |
| Figura 22 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 3 días de edad. | 97 |
| Figura 23 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 3 días de edad. | 98 |
| Figura 24 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 3 días de edad. | 99 |
| Figura 25 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de edad. | 100 |
| Figura 26 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 7 días de edad. | 101 |
| Figura 27 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 7 días de edad. | 102 |
| Figura 28 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 7 días de edad. | 103 |
| Figura 29 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 14 días de edad. | 104 |
| Figura 30 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 14 días de edad. | 105 |
| Figura 31 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 14 días de edad. | 106 |
| Figura 32 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 14 días de edad. | 107 |

| | |
|--|-----|
| Figura 33 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de edad. | 108 |
| Figura 34 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad. | 109 |
| Figura 35 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad. | 110 |
| Figura 36 Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad. | 111 |
| Figura 37 Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días de edad. | 112 |
| Figura 38 Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con 300 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad. | 113 |
| Figura 39 Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con 600 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad. | 114 |
| Figura 40 Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con 900 g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad. | 115 |
| Figura 41 Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo Ico, página 1/2 | 116 |
| Figura 42 Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo Ico, página 2/2 | 117 |
| Figura 43 Ficha técnica de las mascarillas quirúrgicas. | 118 |
| Figura 44 Certificado de calibración de prensa hidráulica, página 1/3 | 119 |
| Figura 45 Certificado de calibración de prensa hidráulica, página 2/3 | 120 |
| Figura 46 Certificado de calibración de prensa hidráulica, página 3/3 | 121 |
| Figura 47 Certificado de calibración de la balanza | 122 |
| Figura 48 Adquisición de materiales..... | 123 |
| Figura 49 Cuarteo y ensayo de peso unitario del agregado fino. | 123 |
| Figura 50 Ensayo de contenido de humedad de los agregados | 124 |
| Figura 51 Preparación de las mezclas de concreto adicionando fibra de polipropileno reciclado | 124 |
| Figura 52 Elaboración de testigos cilíndricos de concreto con diferentes dosis de fibra de polipropileno. | 125 |
| Figura 53 Medición de las dimensiones de los testigos cilíndricos. | 125 |
| Figura 54 Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos..... | 126 |
| Figura 55 Identificación del tipo de falla en muestras cilíndricas..... | 126 |
| Figura 56 Elaboración de las vigas de concreto con adición de fibra de polipropileno reciclado | 127 |
| Figura 57 Medición de vigas para el ensayo a flexión del concreto. | 127 |
| Figura 58 Ensayo de flexión del concreto, con carga aplicada en los tercios del tramo de la viga..... | 128 |
| Figura 59 Falla en el tercio central de las vigas ensayadas. | 128 |

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en Trujillo, con el propósito de determinar el impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido; en base a un diseño cuasi experimental con muestreo probabilístico; utilizando la técnica de la observación para la recolección de datos y los estadística para evaluarlos; la problemática se origina debido a que muchos pavimentos rígidos presentan una vida útil muy corta por diferentes factores como el deficiente desarrollo de sus propiedades mecánicas a causa de un mal diseño o el uso de materiales contaminados, lo que trae consigo costos significativos en trabajos de mantenimiento, por ello se optó por incorporar fibras de polipropileno reciclado en dosis de 0 g/m^3 , 300 g/m^3 , 600 g/m^3 y 900 g/m^3 a un concreto para pavimento rígido, considerando una resistencia de diseño de 280 kg/cm^2 , elaborando un total de 48 muestras para compresión y 12 muestras para flexión; obteniendo al concreto con dosificación de 600 g/m^3 de fibra como el que mejor comportamiento presentó para ambas variables, sobrepasando en compresión a la resistencia de diseño en 0.36% y evidenciando en flexión un incremento del 19.90 % respecto a la muestra patrón a los 28 días de edad.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, pavimento rígido, fibra de polipropileno.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Durante la última década se ha evidenciado un gran incremento en la población de distintos países en todo el mundo. Según La fundación de las Naciones Unidas en octubre de 2011, se estimaba que la población mundial era de 7 000 millones de personas y se espera que la población mundial aumente en 2 000 millones de personas en los próximos 30 años. Este crecimiento tan drástico ha generado el aumento del proceso de nuevas urbanizaciones y movimientos migratorios, las cuales deberán contar con los servicios básicos, además de principales vías de comunicación, obteniendo un crecimiento considerable en la red vial. De acuerdo con Bautista (2018), menciona que la red vial constituye un elemento esencial para entender la configuración espacial de un territorio; su cobertura se traduce no solo en mayores facilidades para el intercambio económico y regional, sino que en esta converge el equilibrio o las desigualdades que pueden darse en los sistemas territoriales; es así que una adecuada y suficiente dotación de infraestructuras viales contribuye a mejorar las condiciones y las deficiencias de acceso y de conectividad entre los principales centros urbanos.

En República Dominicana, Irigoven y Simo (2017), comentan que los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, no fallan repentinamente, sino que lo hacen en forma gradual y progresiva. La continua acción de las sollicitaciones del tránsito y clima siempre tienen una manifestación en la superficie del pavimento. A través de la observación del inicio y la evaluación de estos daños que se van produciendo es posible seleccionar las medidas correctivas más oportunas y adecuadas, que tiendan a neutralizar o al menos retardar este proceso de deterioro, preservando mediante su aplicación la estructura del pavimento y prolongando su vida útil.

En El Salvador, Cáceres et al. (2018), argumentan que los pavimentos rígidos han venido presentado fisuraciones a temprana edad, teniendo como causas posibles: la fisuración por fatiga, fisuración por contracción plástica, separación de juntas excesivas, fisuración por las sollicitaciones impuestas a cargas de tránsito y medios ambientales; además, algunas desventajas de esto, como la entrada de materiales incompresibles en las juntas o fisuras, la filtración de aguas a través de las grietas que generalmente son de gran magnitud, efectos del alabeo y socavación de la base, exigen un mantenimiento correctivo exhaustivo y costoso.

Por su parte en Colombia, Miranda (2021), señala que el uso de fibras dentro de las mezclas, entre otros aspectos, mejora el comportamiento del concreto al post agrietamiento, de este modo las estructuras y/o los elementos que las componen mantendrán su integridad a largo plazo, lo cual se logra porque al controlar la fisuración temprana del concreto se previene la aparición de grietas más grandes que permiten el paso del agua y otros agentes contaminantes hasta el acero de refuerzo, causando corrosión del concreto y disminuyendo su vida útil.

Por otro lado en Perú, Arce y López (2023), comentan que las fibras de polipropileno otorgan una mejora al diseño de concreto convencional, donde su resistencia a flexión, compresión y tracción muestra un incremento. También, indican que luego de realizar el diseño de pavimento teniendo como referencia a la normativa AASHTO 93 se encontró una reducción del espesor de la losa con la nueva resistencia adquirida del concreto, ya que la fibra aporta en las propiedades mecánicas del pavimento y ayuda a combatir la fisuración por retracción plástica.

En el mismo país, Merma (2022), argumenta que en el Perú, exactamente en el departamento del Cusco, se utiliza el pavimento del concreto como una alternativa eficiente; por desgracia, tomando como referencia la red vial próxima, en muchos

casos este tipo de pavimentos presentan signos de deterioro que se muestran como fallas estructurales que dificultan una óptimo tránsito de los vehículos, trayendo consigo una reducción en la vida útil para el que fue proyectado, afectando así las condiciones de vida de la población. A ello sumado el aumento del flujo vehicular, como vehículos de peso considerable los cuales aceleran significativamente el deterioro del pavimento que trabaja como carpeta de rodadura. Por ello señala que hoy en día se está buscando nuevos métodos que aporten en la mejora de las propiedades del concreto que forma parte de los pavimentos y así incrementar su vida útil, siendo uno de ellos el utilizar fibras de origen natural o sintéticas en la composición del concreto.

Las variables consideradas en la presente investigación como la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión están controladas por la normativa técnica peruana (NTP) las cuales proporcionan los parámetros necesarios para obtener resultados confiables y establecen criterios de aceptación de la calidad del concreto.

Ingaroca (2021), luego de evaluar los efectos de la fibra de polipropileno en las propiedades del concreto utilizado en un pavimento rígido, concluyó que las propiedades del concreto en estado plástico se ven afectadas de manera negativa, pues se evidenció que al aumentar la cantidad de fibra, el asentamiento y peso unitario disminuyeron en todos los casos reduciendo la trabajabilidad de la mezcla, todos comparados con el concreto patrón. Asimismo, en cuanto a las propiedades mecánicas encontró que la dosis de 520 gr/m^3 de fibra logra los mejores resultados, obteniendo a 28 días una resistencia a compresión de 412 kg/cm^2 , significando un incremento de 11.63 % respecto a la obtenida por el concreto patrón; en cuanto a la resistencia a flexión observó que esta aumenta de acuerdo a la cantidad de fibra adicionada, obteniendo a la dosis de 600 gr/m^3 de fibra como la mejor, logrando una

resistencia de 40.42 kg/cm^2 a los 28 días, superando en 16.41% respecto a la flexión obtenida el concreto patrón que fue de 34.72 kg/cm^2 .

Merma (2022), después de estudiar la influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto empleado en un pavimento rígido, encontró que todas las mezclas que contenían este material aumentaron su valor de MR, sin embargo, el mejor comportamiento se obtuvo con la mezcla dosificada con 300 gr. de fibra, con la cual se alcanzó un valor de MR de 4.38 MPa, lo que representa un aumento de 10% del MR respecto al concreto sin fibra. Por otro lado, todas las mezclas con incorporación de polipropileno también incrementaron el valor de resistencia a la compresión, siendo la dosis de 300 gr la más sobresaliente, con la cual se obtuvo un valor de $f'c$ de 32.74 MPa, lo que representa un incremento de 27.2% de la resistencia a la compresión respecto al concreto sin fibra. Finalmente, observó una reducción en la trabajabilidad, obteniendo valores promedio de asentamiento inferiores como 4.02", 3.76", 3.585", 3.45" y 3.37" para los concretos con fibra de polipropileno en dosis de 100gr, 200gr, 300gr, 400gr y 500gr respectivamente.

Vargas y Yataco (2020), luego de analizar la influencia de fibras de acero y polipropileno en la flexión del concreto empleado en pavimentos rígidos, basándose en estudios nacionales e internacionales, encontraron que el mayor incremento de la flexión del concreto dosificado con macrofibras de polipropileno fue del 18 % para una dosis de 5 kg/m^3 ; asimismo, para las microfibras, el incremento fue del 12 % considerando una dosis de 0.45 kg/m^3 ; concluyendo que los pavimentos reforzados con este tipo de fibras, resultan ser más económicos en un 25%, respecto a los que son elaborados con malla de acero.

En base a los estudios analizados, se puede rescatar un aporte considerable por su parte, pues ponen en evidencia que el incorporar fibras de polipropileno en

dos dosis adecuadas, en el concreto utilizado para pavimentos rígidos, ayuda a mejorar sus propiedades mecánicas incrementando su resistencia a la compresión y flexión, propiedades muy importantes dentro del estudio del comportamiento de este material utilizado a nivel mundial en el ámbito de la construcción. Por ello, en la presente investigación se buscará determinar el impacto que tiene la fibra de polipropileno reciclado en la resistencia a la compresión y flexión del concreto para un pavimento rígido, para de esta manera enriquecer el conocimiento en el tema, quedando la presente investigación como un antecedente para el análisis y/o evaluación por parte del público investigador.

Sika (2020) comenta que las fibras sintéticas son ideales en estructuras en las cuales la relación existente entre área/volumen es grande. Asimismo, señalan que si el interés es en “secar” el concreto pues existen escasas configuraciones que resulten eficientes para tal objetivo, diferentes a las de extender el material brindándole bajo espesor. Esto hace que pavimentos, pisos y morteros de nivelación pertenezcan al tipo de estructuras más propensas a fisurarse durante las etapas de inicio de fraguado y solidificación del concreto. Asimismo, indica que las fibras sintéticas en pisos y pavimentos previenen la aparición de fisuras a larga edad (en estado endurecido), si la fisuración tiene lugar impiden el incremento en el ancho de esta, pero más importante aún permiten que la estructura continúe en servicio al aumentar su tenacidad; este hecho multiplica la vida útil de la estructura.

Hoy en día muchas de las infraestructuras viales del país están constituidas principalmente por carreteras basadas en pavimento flexible, el cual es demasiado propenso a fallar en distintas circunstancias, afectando la circulación de muchas vías, ocasionando congestión vehicular, cierre de calles o carreteras, accidentes de tránsito, además de una alta demanda de trabajos de reparación, los cuales solo dan

solución momentánea sin la erradicación del problema, pero a pesar de estas desventajas sigue siendo empleado, puesto que, en comparación con un pavimento rígido, su costo de su construcción es mucho menor, despreciando otros factores como periodo de vida o el costo por mantenimiento. No obstante, realizando un análisis a largo plazo y teniendo en cuenta varios factores en consideración, el costo de un pavimento rígido es menor que un pavimento flexible puesto que no necesita un mantenimiento continuo en cortos periodos de tiempo y su periodo de vida útil es mayor; por ello es importante optar por adicionar a la mezcla de concreto, diferentes tipos de fibra con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas obteniendo así un concreto más estable, duradero y amigable con el medio ambiente al emplear fibras de polipropileno reciclado extraídas de mascarillas cuya eliminación ha sido inadecuada.

En la presente investigación se busca determinar el impacto del uso de la fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión de un concreto para un pavimento rígido, considerando para ello una resistencia de diseño de 280 kg/cm^2 , mediante probetas cilíndricas de $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ evaluadas a edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado; y vigas de $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 50\text{cm}$ evaluadas a la edad de 28 días de curado. Las consecuencias de no realizar este estudio es en primer lugar que no se tendría conocimiento sobre el impacto de las fibras de polipropileno reciclado en las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos, lo que conllevaría a seguir elaborando el concreto convencional el cual en muchos casos no cumple con el periodo de vida para el que fue diseñado.; asimismo, otra de las consecuencias es que este estudio no podría ser tomado como antecedente por futuros investigadores que busquen mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos.

1.2. Antecedentes de la investigación

Amaya y Ramirez (2019), se propusieron analizar el comportamiento mecánico del concreto dosificado con fibras de diferentes materiales, para determinar que material genera un mejor comportamiento al ser ensayado a compresión y a flexión; para ello en base a una metodología experimental, emplearon fibras de PET, fibras de acero, fibras de vidrio y fibras de cáñamo, realizando un total de 30 probetas cilíndricas ensayadas a edades de 7, 14 y 28 días y 10 vigas de concreto ensayadas a edades de 14 y 28 días, teniendo en cuenta una dosificación de fibra PET de 7.75 kg/m³ y una resistencia de diseño de 24 Mpa. De los resultados obtenidos en el ensayo de compresión para las muestras patrón (sin reforzamiento de fibras), se pudo evidenciar valores promedio de 187.52 kg/cm², 230.19 kg/cm² y 251.91 kg/cm² para las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente; asimismo, para las muestras reforzadas con fibra PET se pudo evidenciar valores promedio de 176.65 kg/cm², 200.44 kg/cm² y 228.49 kg/cm² para las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente; por otro lado en cuanto al ensayo de resistencia a la flexión, las muestras patrón alcanzaron valores de 19.19 kg/cm² y 41.32 kg/cm² para edades de 14 y 28 días de curado respectivamente; asimismo, para las muestras reforzadas con fibra PET se pudo evidenciar valores promedio de flexión de 31.98 kg/cm² y 52.96 kg/cm² para edades de evaluación de 14 y 28 días respectivamente. Concluyendo que las características de las fibras tienen una gran incidencia en el comportamiento del concreto cuando se utiliza como refuerzo, es decir, la cantidad de dosificación agregada a la mezcla, la longitud de las fibras y en especial el material de cada fibra; asimismo, las muestras de concreto reforzadas con macrofibras, en general, presentaron unas buenas características mecánicas en el concreto, ya sea a flexión como a compresión, en

donde en la mayoría de los casos la tendencia fue que se aumentará la resistencia y que se disminuyera el problema de fisuramiento. (p.82).

Chilón (2018), se propuso determinar el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante considerando un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, al añadirle fibras de polipropileno SikaFiber Force PP-48. Mediante un diseño experimental elaboró un concreto patrón y concretos con fibras en dosificaciones de 2, 3 y 4 kg/m^3 respecto al peso total del concreto, ensayadas a compresión, flexión y tracción indirecta a los 7, 14 y 28 días. De los resultados de resistencia a la compresión a 28 días de edad, se pudo evidenciar valores promedio de 290.76 kg/cm^2 , 316.26 kg/cm^2 , 327.71 kg/cm^2 y 340.94 kg/cm^2 para las dosificaciones de 0, 2, 3 y 4 kg/m^3 de fibra de polipropileno respectivamente; por otro lado, de los resultados de resistencia a la flexión a 28 días de edad, se encontraron valores promedio de 56.59 kg/cm^2 , 60.51 kg/cm^2 , 53.32 kg/cm^2 y 48.12 kg/cm^2 para las dosificaciones de 0, 2, 3 y 4 kg/m^3 de fibra de polipropileno respectivamente. Concluyendo que la adición de fibras tiene una dosificación óptima y mayor a ello genera una disminución en las propiedades mecánicas tal y como se evidencia en el comportamiento a flexión. (p.88).

Flores y Mamani (2018), se plantearon como objetivo determinar la mejor alternativa al evaluar el concreto normal, concreto con fibra metálica (Sika Fiber CHO 65-35-NB) y concreto con fibra de polipropileno (Sika Fiber Force PP-48), respecto a cuál tiene mejor resistencia a la compresión, flexión y costo, a una resistencia de diseño $f'_c=210\text{kg/cm}^2$. Empleando una metodología experimental se incorporó la fibra en dosificaciones de 20 kg/m^3 , 30 kg/m^3 , 40 kg/m^3 y 50 kg/m^3 , y las fibras de polipropileno, en dosificaciones de 2 kg/m^3 , 5 kg/m^3 , 7 kg/m^3 y 9 kg/m^3 respecto al peso total del concreto. De los resultados de resistencia a la compresión a 28 días de edad, se pudo evidenciar valores promedio de 210.52 kg/cm^2 , 234.67

kg/cm², 246.52 kg/cm², 217.29 kg/cm² y 195.02 kg/cm² para las dosificaciones de 0, 2, 5, 7 y 9 kg/m³ de fibra de polipropileno respectivamente; por otro lado, de los resultados de resistencia a la flexión a 28 días de edad, se encontraron valores promedio de 26.64 kg/cm², 27.20 kg/cm², 27.60 kg/cm², 30.88 kg/cm² y 32.85 kg/cm² para las dosificaciones de 0, 2, 5, 7 y 9 kg/m³ de fibra de polipropileno respectivamente. Concluyendo que incorporación de fibra de polipropileno (Sika Fiber Force PP-48) en el concreto, mejora significativamente la resistencia a la compresión en un 17.40% y la resistencia a la flexión en un 3.6% utilizando una dosificación de 5 kg/m³ en comparación al concreto normal. (p. 143).

Ingaroca (2021), se propuso evaluar el efecto de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos. Siguiendo una metodología experimental, elaboró un total de 36 especímenes cilíndricos para ensayos a compresión a edades de 7, 14 y 28 días, y un total de 16 vigas para ensayarlas a flexión a edades de 7 y 28 días, teniendo en cuenta una resistencia de diseño de 280 kg/cm² y adiciones de fibra de polipropileno en dosis de 0 gr/m³, 420 gr/m³, 520 gr/m³ y 600 gr/m³. Encontró que, en cuanto a las propiedades del concreto en estado plástico se ven afectadas de manera negativa, pues se observó que a mayor cantidad de fibra incorporada, el asentamiento y peso unitario disminuyen en todos los casos reduciendo la trabajabilidad de la mezcla, todos comparados con el concreto patrón; asimismo, en lo que respecta a las propiedades mecánicas la mejor dosis fue de 520 gr/m³ de fibra, la cual obtuvo una resistencia de 412 kg/cm² a 28 días, significando un incremento de 11.63 % respecto a la obtenida por el concreto patrón; en cuanto a la resistencia a flexión observó que esta aumenta de acuerdo a la cantidad de fibra adicionada, obteniendo a la dosis de 600 gr/m³ de fibra como la mejor, logrando una resistencia de 40.42 kg/cm² a los 28 días, superando en 16.41% respecto

a la flexión obtenida el concreto patrón que fue de 34.72 kg/cm^2 . Concluyendo que las fibras de polipropileno afectan negativamente las propiedades plásticas del concreto, pero muestran un mejoramiento en su comportamiento mecánico. (p. 83).

Chahua y Huayta (2018), se propusieron evaluar la influencia de la fibra sintética estructural para optimizar el diseño de un pavimento rígido. Siguiendo una metodología experimental analizaron cuál es el comportamiento de un concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ cuando se le añade fibras sintéticas, donde se determinará el porcentaje óptimo de fibra que se utilizará en el concreto, al igual que evaluar las mejoras que tendrá en la resistencia a la compresión y flexión evaluadas mediante muestras cilíndricas y vigas a edades de 3 u 14 días de curado. De los resultados de resistencia a la compresión a 14 días de edad, se pudo evidenciar valores promedio de 295.18 kg/cm^2 , 308.06 kg/cm^2 y 324.63 kg/cm^2 para las dosificaciones de 0, 3 y 4 kg/m^3 de fibra sintética respectivamente; por otro lado, de los resultados de resistencia a la flexión a 14 días de edad, se encontraron valores promedio de 45.90 kg/cm^2 , 46.65 kg/cm^2 y 47.82 kg/cm^2 para las dosificaciones de 0, 3 y 4 kg/m^3 de fibra sintética respectivamente. Concluyendo que, la fibra ayuda a mantener el concreto unido sin que ocurran desprendimientos o el espécimen se destruya por completo; asimismo, en la flexión se observa que la fibra sintética estructural Barchip MQ58, cumple con los requerimientos de diseño esperados, por lo que puede sustituir con facilidad al acero en el diseño de un pavimento rígido. (p. 99).

Merma (2022), se propuso evaluar la influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades de un pavimento de concreto. Para ello, mediante una metodología experimental elaboró un total de 12 testigos cilíndricos y 24 vigas, teniendo en cuenta la incorporación de fibras de polipropileno en dosis de 100gr, 200gr, 300gr, 400gr y 500gr por m^3 y un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados muestran que todas

las mezclas que contienen polipropileno aumentaron su valor de MR, sin embargo, el mejor resultado fue alcanzado por la mezcla dosificada con 300 gr. de fibra, con la cual se alcanzó un valor de MR de 4.38 MPa, lo que representa un incremento de 10% del MR respecto al concreto sin fibra. Por otro lado, todos los concretos con fibra también aumentaron su resistencia a compresión, siendo la dosis de 300 gr la más sobresaliente con un valor de f'_c de 32.74 MPa, lo que representa un aumento de 27.2% respecto al concreto tradicional. Finalmente, encontró que la trabajabilidad se vio afectada, obteniéndose valores promedio de asentamiento menores de 4.02", 3.76", 3.585", 3.45" y 3.37" para los concretos con incorporación de fibras en dosis de 100gr, 200gr, 300gr, 400gr y 500gr respectivamente. Concluyendo que la fibra de polipropileno influye significativamente en las propiedades del pavimento siendo la dosis óptima la de 300 g/m³ de fibra. (p. 60).

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

El concreto es una mezcla homogénea compuesta de cemento, áridos gruesos, áridos finos, aire y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones; generalmente el cemento conocido también como cementante o aglomerante conforma del 10 al 15% del volumen del concreto este cumple la función de llenar los poros del árido dando impermeabilidad cuando el concreto se encuentra en estado seco, mientras que en estado fresco permite la unión entre el agua, aire y él mismo. (Gómez y Medina, 2021)

1.3.1.1. Componentes del concreto.

a) Cemento

El cemento portland es un producto hidráulico pulverizado en hornos de altas temperaturas, formado por Clinker, que a su vez se compone de silicatos cálcicos, como,

por ejemplo, los silicatos tricálcicos (C3S), los silicatos dicálcicos (C2S), los aluminatos tricálcicos (C3A) y el ferro aluminato tetracálcico (C4AF); aunque, se conoce al cemento portland también en términos simples como la mezcla de Clinker y yeso; su uso va desde arreglos elementales hasta grandes obras de construcción. Así mismo, es importante añadir que las características de la marca, tipo y contenido (proporción) de cemento, influye dentro de la resistencia del concreto a cualquier edad. La elección del mejor tipo de cemento para cada tipo de obra mejora la calidad en la construcción, es por eso que, se debe escoger con responsabilidad el tipo de cemento necesario, que mejorara la calidad del concreto lo cual garantizara una construcción resistente y segura. (Mamani, 2021).

b) Agua

El agua representa un insumo principal e importante para la elaboración del concreto debido a que genera que los agregados puedan reaccionar con el cemento. Un dato muy importante es que el agua que se va a utilizar para elaborar la mezcla de concreto debe ser potable, pero si en caso hay dudas en la calidad del agua se debe verificar la NTP 339.088. (Arrieta & Medina, 2019).

Tabla 1

Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada

| | Límite | Métodos de Ensayo |
|--|---------------|--------------------------|
| Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm | | |
| A. Cloruro como CL⁻ | | |
| 1 En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera. | 500 | NTP 334.086 |
| 2 Otros concretos reforzados en ambientes o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes | 1000 | NTP 334.086 |
| B. Sulfatos como SO₄ | 3000 | NTP 334.086 |
| C. Álcalis como (Na₂O + 0,658 K₂O) | 600 | NTP 334.086 |
| D. Sólidos totales por masa | 50 000 | ASTM C1603 |

Nota. La tabla ha sido extraída de (NTP 339.088, 2019)

c) **Agregados**

Los agregados son todos aquellos materiales que poseen una resistencia propia, no interfieren ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico, es decir, estos son inertes y aseguran una adherencia adecuada con el pasta de cemento endurecido. Estos materiales pueden ser artificiales o naturales, dependiendo del origen. (Alayo & Polo, 2019).

- **Agregado fino**

Es el agregado que resulta de la desintegración ya sea natural o por intervención humana, el cual pasa la malla normada de 9.5 mm (3/8") y se retiene en la malla de 74 μm (N° 200). (NTP.400.037, 2014).

- **Agregado grueso**

Es el agregado que se retiene en la malla N°4 el cual se origina de la desintegración natural o mecánica de la roca. (NTP.400.037, 2014).

- Tamaño máximo: Valor en pulgadas que corresponde a la malla por la cual pasa todo el agregado. (NTP.400.037, 2014).
- Tamaño máximo nominal: Valor en pulgadas que corresponde a la malla menor de la serie, en la cual se tiene el primer retenido que es del 5% y 10%. (NTP.400.037, 2014).

1.3.2. Propiedades del concreto

Las principales propiedades del concreto son aquellas que afectan o se ven involucradas directamente en el proceso constructivo, por ende se presentan tanto en estado fresco como endurecido. (Gutiérrez, 2018).

1.3.2.1. Propiedades en estado fresco.

a) **Temperatura**

El concreto fresco generalmente arroja valores de temperatura de $20^{\circ}\text{C} + 4^{\circ}\text{C}$, la cual es adecuada para trabajar con él; sin embargo en muchos casos particulares no

siempre se llega a obtener dichos valores; por ello cuando la temperatura del ambiente está por debajo de los 5°C o excediendo los 25°C se catalogan como temperaturas extremas, por lo que en estas situaciones se debe tener bastante cuidado al recolectar y preparar los materiales. (Huaricancha, 2018).

b) Asentamiento

Es un procedimiento empírico cuyo resultado obtenido no necesariamente muestra el grado de trabajabilidad de la mezcla de concreto tal como muchos aseguran, sino que simplemente indica la diferencia de altura que se produce entre la caída máxima de material y la altura total del cono de Abrams; por ello el valor de asentamiento obtenido para diferentes mezclas puede ser el mismo, pero se sabe que las características y dosificación de los materiales siempre va a variar según los requerimientos de cada tipo de concreto. (Manrique, 2019).

c) Rendimiento volumétrico y densidad

El rendimiento nos permite estimar el volumen real del concreto que se obtiene al elaborar la mezcla. Es un punto importante que ayuda a conocer la desviación entre lo que se obtiene y lo que se calcula teóricamente. Es decir en algunos casos el volumen obtenido de concreto parece que excediera con lo calculado, a veces sucede lo contrario y otras veces coincide relativamente bien. Dichas diferencias suelen presentarse debido a diferentes factores como la variación en las propiedades de los materiales, errores al momento de pesarlos, incorporación de aire, etc. (Cementos Alión, 2020).

d) Trabajabilidad

Se define como la facilidad con la que una mezcla de concreto puede ser elaborada y en su estado plástico ser manipulada, para objeto de transporte y colocación, empleando para ello un esfuerzo de trabajo mínimo. (Pérez, 2023).

1.3.2.2. Propiedades en estado endurecido.

a) Resistencia a la compresión

Es la propiedad fundamental del concreto en estado endurecido; hace referencia a la capacidad para poder resistir una carga, de forma vertical para columnas y de forma horizontal para vigas, por un área (superficie de contacto). Este ensayo se resume en generar una fuerza de manera axial a las probetas realizadas después de ser extraídas del molde, luego de haber sido curadas durante el tiempo requerido para realizar dicho ensayo. Este dato es hallado dividiendo la fuerza máxima ejercida en el testigo, entre el área de contacto con la máquina que ejerce la carga. (NTP. 339. 034, 2015)

b) Resistencia a la flexión

Es una medida de la resistencia a la falla por momento que presenta una viga al ser sometida a cargas puntuales en el centro del tramo o en los tercios centrales. (Masías, 2021). Se calcula mediante la aplicación de una carga en vigas de concreto de 15x15 cm de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor, aproximadamente 50 cm. (NTP.339.078, 2012)

1.3.3. Pavimentos

El pavimento es un conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. (Cevallos, 2021)

1.3.3.1. Tipos de pavimentos

a) Pavimentos flexibles

En general, están constituidos por una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una capa de sub-base las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante. (Cevallos, 2021)

b) Pavimentos semi-rígidos

Son aquellos en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes, es decir, pavimentos “flexibles” y pavimentos “rígidos”, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico. (Cevallos, 2021)

c) Pavimentos rígidos

Este tipo de pavimentos se integran por una capa (losa) de concreto de cemento portland que se apoya en una capa de base, constituida por grava; esta capa descansa en una capa de suelo compactado, llamada subrasante. La resistencia estructural depende principalmente de la losa de concreto. Asimismo, difieren de los pavimentos de asfalto o flexibles, en que poseen una resistencia considerable a la flexión, además de que se ven considerablemente afectados por los cambios de temperatura. (Cevallos, 2021)

d) Pavimentos articulados

Es aquel pavimento que tiene como capa de rodamiento, elementos prefabricados de pequeñas dimensiones que individualmente poseen alta resistencia, denominados adoquines, que se encuentran unidos entre sí por un sellante que los retiene y ayuda a impermeabilizar la estructura. Debido a su entrelazado y a la conformación de sus caras laterales, permiten una transferencia de cargas desde el elemento que las recibe hacia

varios de sus adyacentes, trabajando sólidamente y sin posibilidad de desmontaje individual. (Díaz, 2018).

1.3.4. Pavimento rígido o hidráulico

1.3.4.1. Tipos de pavimentos rígidos

a) Pavimentos de concreto hidráulico simple

Este tipo de pavimento es el más empleado debido a que su construcción es sencilla y de menor costo. Se encuentra dividido en losas rectangulares, preferiblemente casi cuadradas, salvo en intersecciones, ramales y otras superficies de anchura variable, disponiendo en ellos juntas transversales de contracción y juntas longitudinales de alabeo entre carriles o donde la anchura extendida sea superior a 5m para evitar la aparición de fisuras debido a la retracción del concreto. (Cevallos, 2021)

b) Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo de acero

La carpeta de rodadura de este tipo de pavimento esta reforzado con una malla de acero y con varillas de acero en las juntas para controlar los agrietamientos y resistir las tensiones de contracción del concreto en estado joven. La sección máxima de refuerzo de acero es 0.3% de la sección transversal del pavimento, ubicándose en el tercio superior de la sección transversal y no menos de 5cm bajo la superficie. (Cevallos, 2021)

c) Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo

Este tipo de pavimentos rígidos se elaboran sin juntas de contracción, ya que al tener refuerzo este asume las deformaciones, especialmente las generadas por efecto de la temperatura. El acero de refuerzo principal viene a ser el que se coloca de manera longitudinal, es decir a lo largo de toda la estructura del pavimento, por ello en este tipo de pavimento el refuerzo transversal no resulta necesario. (Cevallos, 2021)

d) Pavimentos de concreto hidráulico reforzado con fibras

Este tipo de pavimentos se empezaron a utilizar en situaciones donde el elevado costo de este tipo de material es compensado por sus características, como disminución del espesor del pavimento del orden de un 30%, aumento de la resistencia a la tracción y a la fatiga, mejor comportamiento a flexo-tracción, resistencia al impacto y durabilidad. (Cevallos, 2021)

Se puede utilizar diferentes tipos de fibras tales como metálicas, polipropileno, carbón, acero, etc., con excelentes resultados en capas delgadas de refuerzo y en pavimentos sometidos a cargas muy pesadas (aeropuertos, puentes, industrias y portuarios). Al aplicar la dosificación de fibras se debe procurar que estas se dispersen de manera homogénea en toda la masa de concreto. (Cevallos, 2021)

1.3.5. Fibra de polipropileno

Las fibras sintéticas de polipropileno se definen como aquellas que pueden utilizarse en calidad de refuerzo para el concreto, ya que se caracterizan por ser hidrofóbicas y no corrosivas, presentando además cierta resistencia a los álcalis del cemento y una baja conductividad térmica. (Merma, 2022). Gracias a su versatilidad estas fibras tienen diversas aplicaciones como por ejemplo en la construcción se usan como micro y macrofibras, además al ser adicionadas en cantidades óptimas en el concreto fresco, generan un aumento de resistencia. (Abad, 2023).

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto del uso de fibra de propileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido, Trujillo 2023?

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general*

Determinar el impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2023.

1.5.2. *Objetivos específicos*

O.E.1. Realizar la caracterización de los agregados.

O.E.2. Elaborar el diseño de mezcla para un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, considerando adiciones de fibra de polipropileno reciclado en cantidades de 0 gr/m^3 , 300 gr/m^3 , 600 gr/m^3 y 900 gr/m^3 .

O.E.3. Calcular la resistencia a la compresión del concreto con adición de diferentes cantidades de fibra de polipropileno reciclado, empleando testigos cilíndricos evaluados a edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado.

O.E.4. Calcular la resistencia a la flexión del concreto con adición de diferentes cantidades de fibra de polipropileno reciclado, mediante vigas de concreto a la edad de 28 días de curado.

O.E.5. Realizar la prueba de hipótesis y determinar la cantidad de adición de fibra de polipropileno reciclado que genera la mayor influencia significativa en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido.

1.6. Hipótesis

1.6.1. *Hipótesis general*

El uso de fibra de polipropileno reciclado tiene un impacto positivo en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en la ciudad de Trujillo, 2023.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito

La presente es una investigación de tipo **aplicada** pues en ella se utilizaron conocimientos adquiridos a través de investigaciones básicas con el objetivo de buscar una respuesta a un problema o necesidad; es decir se aplicó lo que ya se conoce sobre las propiedades del concreto y su comportamiento.

La investigación aplicada se centra en identificar necesidades, problemas u oportunidades del contexto para luego aplicar conocimientos y dar respuesta a estos requerimientos en base al método científico. (Castro et al., 2022)

2.1.2. Según el diseño

Es una investigación **experimental**, debido a que bajo condiciones de laboratorio se llevó a cabo la manipulación de la variable independiente como la fibra de polipropileno reciclado, ello para observar el impacto sobre las variables dependientes tales como la resistencia a la flexión y resistencia a la compresión del concreto para un pavimento rígido.

En las investigaciones experimentales hay manipulación de las variables independientes (causas) para ver su efecto en la variables dependientes; asimismo presentan características como la manipulación de una o más variables independientes, mide la variable dependiente, existe control del experimento, su alcance es explicativo y cuenta con validez interna. (Arispe et al., 2020)

2.2. Diseño de investigación

De acuerdo al diseño, esta investigación es **cuasi-experimental**, debido a que se tiene un grupo control que no recibe tratamiento y un grupo experimental que recibe tratamiento, cuya asignación no sigue un criterio de aleatoriedad.

Un estudio cuasi-experimental es aquel experimento en el cual las unidades son asignadas a recibir el tratamiento o la condición alternativa por un proceso no aleatorio. (Chaves, 2021)

Tabla 2

Diseño de investigación

| Grupo | Tratamiento | Post prueba |
|------------------------------------|---|---|
| GE: Concreto para pavimento rígido | X: Adición de fibra de polipropileno reciclado en diferentes cantidades | O1: Resistencia a la flexión O2: Resistencia a la compresión |
| GC: Concreto para pavimento rígido | Concreto sin adición de fibras de polipropileno reciclado | O3: Resistencia a la flexión O4: Resistencia a la compresión |

Nota. La tabla muestra el esquema de un diseño cuasi experimental.

Donde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control (no es modificado)

X: Modificación

O: Medición que se realiza a través de pruebas.

2.3. Variables

2.3.1. Fibras de polipropileno reciclado

Las fibras sintéticas de polipropileno se definen como aquellas que pueden utilizarse en calidad de refuerzo para el concreto, ya que se caracterizan por ser hidrofóbicas y no corrosivas, presentando además cierta resistencia a los álcalis del cemento y una baja conductividad térmica. (Merma, 2022). Gracias a su versatilidad estas fibras tienen diversas aplicaciones como por ejemplo en la construcción se usan como micro y macrofibras, además al ser adicionadas en cantidades óptimas en el concreto fresco, generan un aumento de resistencia. (Abad, 2023).

2.3.2. Resistencia a la compresión

Es la propiedad fundamental del concreto en estado endurecido; hace referencia a la capacidad para poder resistir una carga, de forma vertical para columnas y de forma horizontal para vigas, por un área (superficie de contacto). Este ensayo se resume en generar una fuerza de manera axial a las probetas realizadas después de ser extraídas del molde, luego de haber sido curadas durante el tiempo requerido para realizar dicho ensayo. Este dato es hallado dividiendo la fuerza máxima ejercida en el testigo, entre el área de contacto con la máquina que ejerce la carga. (NTP. 339. 034, 2015)

2.3.3. Resistencia a la flexión

Es una medida de la resistencia a la falla por momento que presenta una viga al ser sometida a cargas puntuales en el centro del tramo o en los tercios centrales. (Masías, 2021). Se calcula mediante la aplicación de una carga en vigas de concreto de 15x15 cm de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor, aproximadamente 50 cm. (NTP.339.078, 2012)

Tabla 3

Matriz de operacionalización de la variable resistencia a la flexión

| Variable | Definición | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de Medición | Instrumento |
|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|--|--------------------|---------------------|
| V.D. 01: Resistencia a la flexión | Es una medida de la resistencia a la falla por momento que presenta una viga al ser sometida a cargas puntuales en el centro del tramo o en los tercios centrales. (Masías, 2021) | Se calcula mediante la aplicación de una carga en vigas de concreto de 15x15 cm de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor, aproximadamente 50 cm. (NTP.339.078, 2012) | Características de los agregados | % Humedad, Peso específico, Absorción, Peso unitario y Granulometría | Razón | Guía de observación |
| | | | Diseño de mezcla (ACI 211) | Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo | Razón | |
| | | | Resistencia a la flexión a 28 días | Módulo de Rotura (Mr) | Razón | |
| | | | Prueba de hipótesis | Normalidad y pruebas paramétricas o no paramétricas de correlación | Razón | |

Nota. La tabla muestra la operacionalización de la variable resistencia a la flexión.

Tabla 4
Matriz de operacionalización de la variable resistencia a la compresión

| Variable | Definición | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de Medición | Instrumento |
|---|--|---|--|--|--------------------|---------------------|
| V.D. 02: Resistencia a la compresión | Es la propiedad fundamental del concreto en estado endurecido; hace referencia a la capacidad para poder resistir una carga, de forma vertical para columnas y de forma horizontal para vigas, por un área (superficie de contacto). (NTP. 339. 034, 2015) | Consiste en generar una fuerza de manera axial a las probetas realizadas después de ser extraídas del molde, luego de haber sido curadas durante el tiempo requerido para realizar dicho ensayo. Este dato es hallado dividiendo la fuerza máxima ejercida en el testigo, entre el área de contacto con la máquina que ejerce la carga. (NTP. 339. 034, 2015) | Características de los agregados | % Humedad, Peso específico, Absorción, Peso unitario y Granulometría | Razón | Guía de observación |
| | | | Diseño de mezcla (ACI 211) | Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo | Razón | |
| | | | Resistencia a la compresión a 3, 7, 14 y 28 días | f'_c | Razón | |
| | | | Prueba de hipótesis | Normalidad y pruebas paramétricas o no paramétricas de correlación | Razón | |

Nota. La tabla muestra la operacionalización de la variable resistencia a la compresión.

Tabla 5
Matriz de operacionalización de la variable fibras de polipropileno reciclado

| Variable | Definición | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de Medición | Instrumento |
|--|---|---|--------------|--|--------------------|-------------|
| V.I.: Fibras de polipropileno reciclado | Se definen como aquellas que pueden utilizarse en calidad de refuerzo para el concreto, ya que se caracterizan por ser hidrofóbicas y no corrosivas, presentando además cierta resistencia a los álcalis del cemento y una baja conductividad térmica. (Merma, 2022). | Estas fibras tienen diversas aplicaciones como por ejemplo en la construcción se usan como micro y macrofibras, además al ser adicionadas en cantidades óptimas en el concreto fresco, generan un aumento de resistencia. (Abad, 2023). | Adimensional | <ul style="list-style-type: none"> - 0 gr/m³ - 300 gr/m³ - 600 gr/m³ - 900 gr/m³ | - | - |

Nota. La tabla muestra la operacionalización de la variable fibras de polipropileno reciclado.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población está dada por todos los concretos de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos elaborados en la ciudad de Trujillo, en el transcurso del año 2023.

2.4.2. Muestra

Las muestras de concreto que sirvieron para determinar la resistencia a la compresión y flexión fueron elaboradas de acuerdo con la norma NTP 339.033, la misma que señala que para evaluar la compresión, los especímenes deben tener forma cilíndrica cuya altura debe ser el doble de su diámetro y el cual a su vez debe ser como mínimo tres veces el TMN de agregado grueso; por ello, en base a lo estipulado por la norma se consideró utilizar testigos de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura. Por otro lado, en cuanto a la resistencia a la flexión, la misma norma indica que los especímenes deberán tener forma de vigas cuya longitud debe ser como mínimo 5cm mayor que tres veces su altura, señalando que la viga normal debe ser de 15 cm por 15 cm de sección transversal; por lo tanto, teniendo en cuenta ello, se consideró elaborar vigas de 15 cm de ancho por 15 cm de altura y 50 cm de largo.

2.4.2.1. Técnica de muestreo.

El muestreo de la presente investigación se basa en el método probabilístico, debido a que el tamaño de muestra será calculado matemáticamente, con cierto grado de precisión, asimismo se estimará el error de muestreo de manera objetiva. Este procedimiento de muestreo es llamado Muestreo Aleatorio Simple, el cual brinda la misma probabilidad de ser seleccionado, tanto a los elementos de la población como a las muestras de un tamaño establecido. (Questionpro, 2021). La ecuación del método es:

$$n = \frac{Z^2 \times S^2}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.

Z= Valor de la distribución normal estandarizada en este caso para un nivel de confianza de 95% corresponde un valor de Z (Bilateral) de 1.960.

S = Desviación estándar de la variable en estudio, obtenida de un antecedente. Para la presente investigación usaremos los datos del antecedente “Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva Planta Farmango-Huachipa-Lima”. (Chahua y Huayta, 2018).

E = Porcentaje de error fijado por el investigador.

2.4.2.2. Tamaño de muestra.

Tabla 6

Valores de la distribución normal estandarizada (Z)

| Valores de la distribución normal estandarizada (Z) | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|
| Nivel de confianza (1- α) | Nivel de significancia (α) | Valor Z (Bilateral) |
| 90% = 0.90 | 10% = 0.10 | 1.645 |
| 95% = 0.95 | 5% = 0.05 | 1.960 |
| 98% = 0.98 | 2% = 0.02 | 2.326 |
| 99% = 0.99 | 1% = 0.01 | 2.578 |

- **Cálculo de la desviación estándar (S)**

Para determinar la desviación estándar se utilizó los datos de resistencia a la compresión rescatados del estudio antes mencionado, los cuales se muestran en la *Tabla 7* y *Tabla 8*.

Dichos datos se procesaron en base a la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - X')^2}{N - 1}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

X' = Promedio de los datos de compresión.

N = Número de muestras

Tabla 7

Resistencia a la compresión de probetas de concreto reforzadas con fibra sintética, evaluadas a 14 días de edad, Chahua y Huayta (2018).

| Fibra | f'c de diseño | Resistencia a la compresión a 14 días de curado (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|---|
| | 280 | 311.76 |
| Fibra sintética estructural | 280 | 302.85 |
| | 280 | 309.58 |

Tabla 8

Sumatoria de los cuadrados de la diferencia entre las resistencias a compresión y su promedio.

| X | X' | X - X' | (X - X') ² |
|-------------|--------|--------|-----------------------|
| 311.76 | | 3.70 | 13.69 |
| 302.85 | 308.06 | -5.21 | 27.14 |
| 309.58 | | 1.52 | 2.31 |
| SUMA | | | 43.14 |

Por lo tanto, la desviación estándar quedará expresada como:

$$S = \sqrt{\frac{43.14}{3 - 1}} = 4.64 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo del error (E)**

El error fue determinado a través del producto del porcentaje de error que fue del 2% (planteado por el investigador) y el promedio de los datos de compresión tomados del estudio considerado como antecedente.

$$X' = \frac{311.76 + 302.85 + 309.58}{3} = 308.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2.0\% (X') = 0.02 (308.06) = 6.16 \text{ kg/cm}^2$$

Finalmente, el valor de n viene a ser de:

$$n = \left(\frac{1.960^2 * 4.64^2}{6.16^2} \right) = 2.18$$

$n \approx 3$ especímenes de repeticiones

De este modo, en la tabla siguiente se muestra el total de testigos cilíndricos a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 9

Tamaño de muestra para el ensayo de resistencia a la compresión.

| Tipo de concreto | F'c de diseño (kg/cm ²) | Edad | | | | Sub total |
|---------------------------------------|---|--------|--------|---------|---------|--------------|
| | | 3 días | 7 días | 14 días | 28 días | |
| Patrón | 280 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Patrón + 300 gr/m ³ de FPR | 280 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Patrón + 600 gr/m ³ de FPR | 280 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Patrón + 900 gr/m ³ de FPR | 280 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Total de especímenes | | | | | | 48 |

Nota. La tabla muestra el total de especímenes necesarios para los ensayos de compresión del concreto para pavimento rígido, haciendo un total de 48 muestras.

De la misma forma se realizó el cálculo para determinar el tamaño de muestra para el ensayo de resistencia a la flexión considerando el mismo antecedente:

- **Cálculo de la desviación estándar (S)**

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - X')^2}{N - 1}}$$

Tabla 10

Resistencia a la flexión de viguetas de concreto reforzadas con fibra sintética, evaluadas a 14 días de edad, Chahua y Huayta (2018).

| Fibra | f'c de diseño | Resistencia a la flexión a 14 días de curado (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|--|
| Fibra sintética estructural | 280 | 46.99 |
| | 280 | 46.28 |
| | 280 | 50.19 |

Tabla 11

Sumatoria de los cuadrados de la diferencia entre las resistencias a flexión y su promedio.

| X | X' | X - X' | (X - X') ² |
|-------------|-------|--------|-----------------------|
| 46.99 | 47.82 | -0.83 | 0.69 |
| 46.28 | | -1.54 | 2.37 |
| 50.19 | | 2.37 | 5.62 |
| SUMA | | | 8.68 |

Por lo tanto, la desviación estándar quedará expresada como:

$$S = \sqrt{\frac{8.68}{3 - 1}} = 2.08 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo del error (E)**

Para el caso de la variable resistencia a la flexión se consideró un porcentaje de error de 5%, el cual se multiplicará por el promedio de los resultados de resistencia a la flexión obtenidos por el antecedente:

$$X' = \frac{311.76 + 302.85 + 309.58}{3} = 47.82 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 5.0\% (X') = 0.05 (47.82) = 2.39 \text{ kg/cm}^2$$

Finalmente, el valor de n viene a ser de:

$$n = \left(\frac{1.960^2 * 2.08^2}{2.39^2} \right) = 2.92$$

n ≈ 3 especímenes de repeticiones

De este modo, en la tabla siguiente se muestra el total especímenes a realizar para el ensayo de resistencia a la flexión.

Tabla 12

Tamaño de muestra para el ensayo de resistencia a la flexión.

| Tipo de concreto | F[']c de diseño (kg/cm²) | Edad (28 días) |
|---|---|---------------------------|
| Patrón | 280 | 3 |
| Patrón + 300 gr/m ³ de Fibras de Polipropileno Reciclado | 280 | 3 |
| Patrón + 600 gr/m ³ de Fibras de Polipropileno Reciclado | 280 | 3 |
| Patrón + 900 gr/m ³ de Fibras de Polipropileno Reciclado | 280 | 3 |
| Total de especímenes | | 12 |

Nota. La tabla muestra el total de especímenes necesarios para los ensayos de flexión del concreto para pavimento rígido, haciendo un total de 12 muestras.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnica de recolección de datos

Los datos arrojados de los ensayos realizados fueron recolectados gracias a la técnica de observación, ya que se observó el comportamiento de las variables resistencia a la compresión y flexión de un concreto para pavimento rígido.

2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Los resultados arrojados por cada variable fueron registrados en instrumentos denominados guías de observación, luego de que estos hayan sido aprobados por el experto antes mencionado, quien de fe que dichos instrumentos cuentan con una estructura adecuada para organizar la información y poder analizarla de la mejor manera. (Ver Anexo 3).

2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos

Los instrumentos denominados guías de observación fueron validados por la ingeniera Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez, a través de su firma, quien después de haberlos revisado detenidamente, afirmó que dichos instrumentos son

capaces de estructurar la información rescatada permitiendo comprender mejor el comportamiento de las variables. (Ver Anexo 2).

2.5.4. *Análisis de datos*

Se aplicó la estadística descriptiva como primera técnica, debido a que se utilizó tablas y gráficos de todo tipo para comprender mejor los resultados obtenidos.

Asimismo, se empleó la estadística inferencial como segunda técnica, puesto que, en base al análisis de los datos obtenidos de la muestra planteada en la presente investigación, se pudo estimar o tener un acercamiento en cuanto al comportamiento real de la población.

2.5.4.1. Análisis de distribución normal.

Para determinar si los datos presentan distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (por tener un tamaño de muestra “n”, por variable, menor a 50), teniendo en cuenta una significancia del 5%, y un nivel de confianza del 95%.

2.5.4.2. Análisis de varianza.

Luego de comprobar la normalidad de los datos, se utilizará la prueba de ANOVA con una significancia del 5%, para aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

2.5.4.3. Definición de hipótesis nula y alternativa.

En la presente investigación el planteamiento de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a) fue el siguiente:

H_0 : Existe igualdad de medias en los grupos considerados (no es estadísticamente significativo).

H_a : Existe diferencia de medias en al menos un grupo (es estadísticamente significativo).

2.5.4.4. Análisis de posprueba.

Después de comprobar que existe igualdad o diferencia de medias entre los grupos, se continúa con la posprueba Tukey con el propósito de verificar que grupo es el que genera la mayor influencia significativa en las propiedades del concreto.

Tabla 13

Pruebas para el análisis de datos

| Distribución normal | Varianza | Posprueba |
|---------------------|----------|-----------|
| Shapiro-Wilk | Anova | Tukey |

Nota. La tabla muestra las pruebas realizadas para validar la hipótesis planteada en la presente investigación.

2.5.5. Instrumento de análisis de datos

Se utilizó softwares como Microsoft Excel e IBM SPSS Statistics, los cuales ayudaron a ordenar los datos obtenidos y analizarlos mediante pruebas estadísticas de correlación, y de esta manera se pudo contrastar la hipótesis general planteada al inicio de la investigación.

2.6. Aspectos éticos

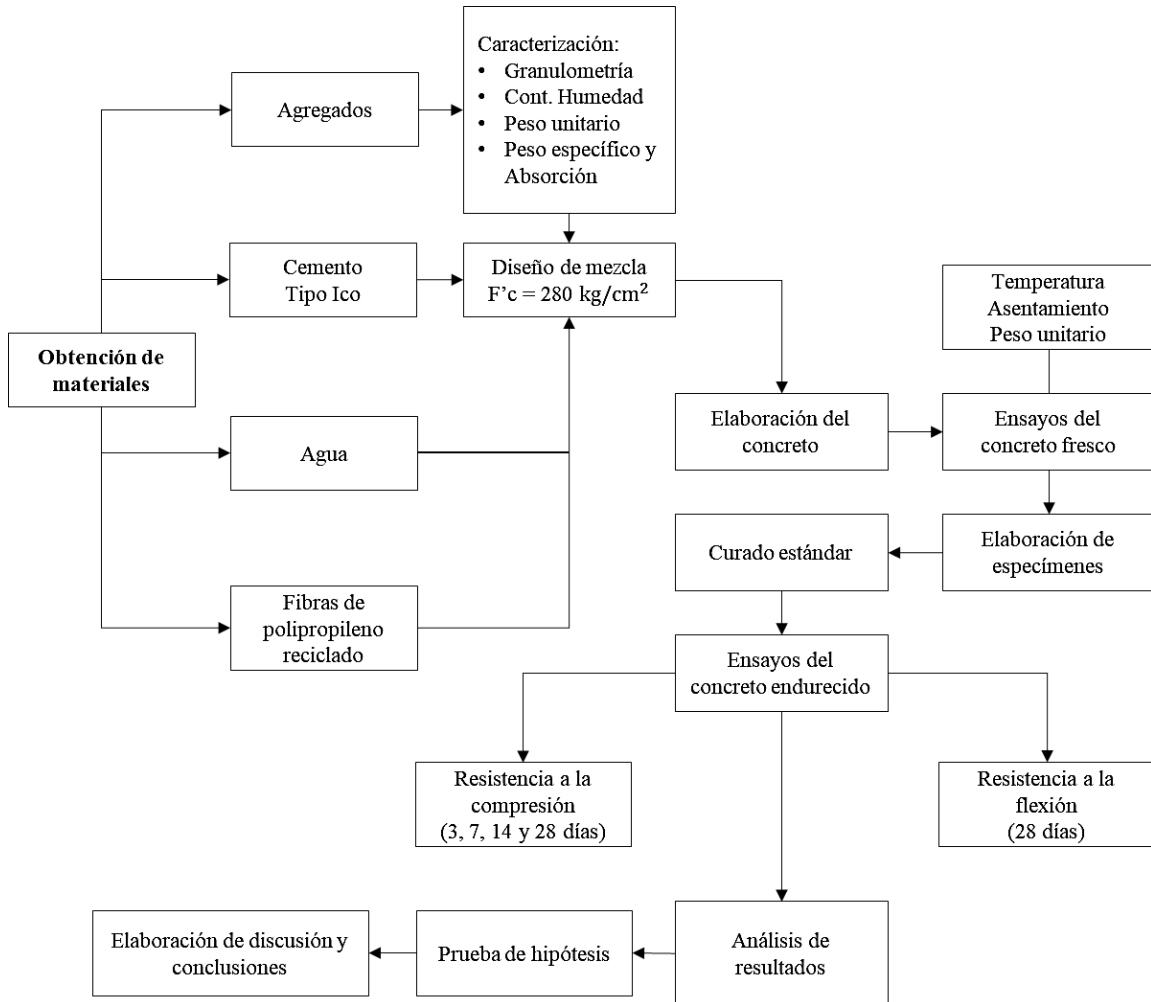
Este estudio en cuanto a ética se ha desarrollado en base a cuatro principios fundamentales como:

Beneficencia, pues quedará como referencia para próximos investigadores. No maleficencia, ya que la información utilizada ha sido debidamente citada y referenciada para evitar cualquier tipo de plagio. Autonomía, ya que este trabajo ha pasado por un programa antiplagio denominado Turnitin para comprobar la similitud, la cual se encuentra por debajo del 20% cumpliendo de esta forma con los criterios de aceptación de la Universidad; y Justicia, ya que este estudio estará a libre disposición para ser consultado y/o calificado por quien convenga.

2.7. Procedimiento

Figura 1

Procedimiento de tesis



Nota. El gráfico representa el procedimiento de elaboración de la investigación.

El procedimiento de trabajo de la presente investigación se basa en el uso de las normas técnicas peruanas (NTP); las cuales estipulan la secuencia a realizar para el análisis de las propiedades del concreto. Las NTP utilizadas para el estudio de las variables dependientes son las siguientes:

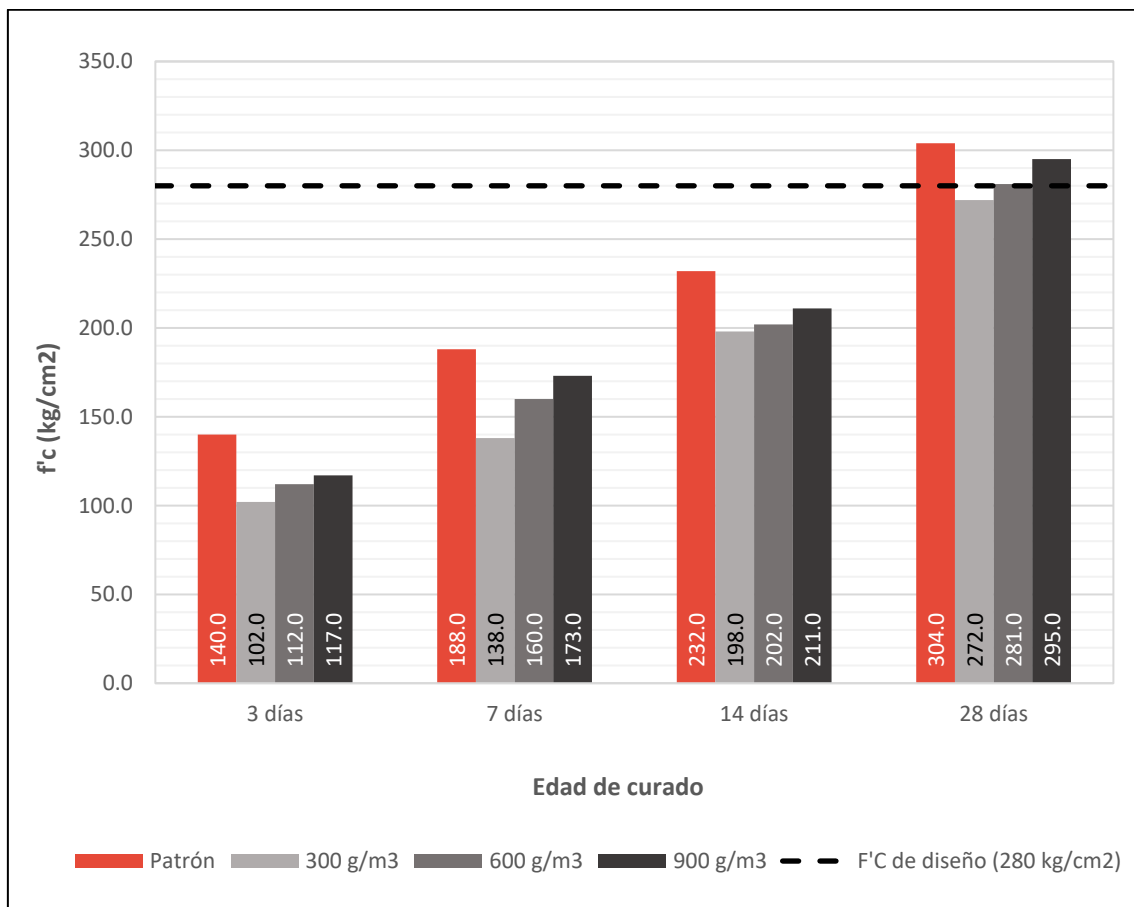
- **NTP 339.034.** Ensayo Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
- **NTP 339.078.** Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para dar resultado al **objetivo general** planteado se detallan las figuras N° 2 y N° 3, en las cuales se muestra que la dosificación de 600 gr/m³ de fibra de polipropileno reciclado es la más favorable para el diseño del concreto para un pavimento rígido, es así que se sustenta como sigue.

Figura 2

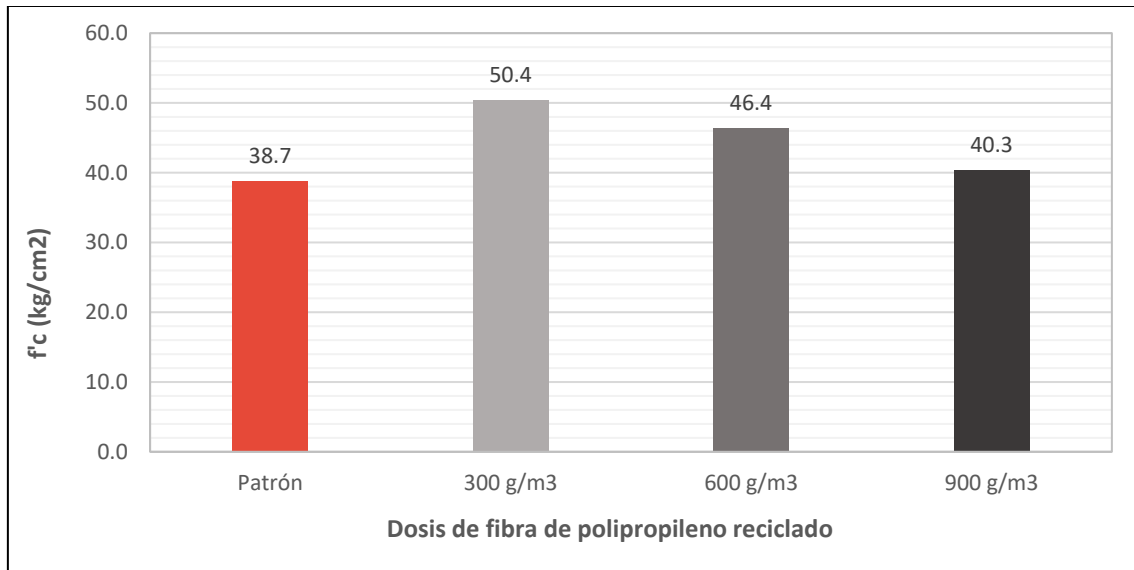
Resistencia a la compresión promedio de los concretos evaluados a 3, 7, 14 y 28 días de curado



Nota. El gráfico muestra los valores promedio de resistencia a compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de polipropileno en dosis de 300g/m³, 600 g/m³, y 900 g/m³, evaluados a edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado; notando que para todas las edades, los valores de compresión de las muestras que contienen fibra están por debajo del valor obtenido por la muestra patrón, sobresaliendo el concreto con 900 g/m³ de fibra con el mayor valor; sin embargo, para esta dosis se obtiene el menor valor de resistencia a la flexión, por ello se opta por elegir la dosis intermedia que es de 600 g/m³ la cual a 28 días logra cumplir con la resistencia de diseño y la resistencia a la flexión no resulta tan afectada encontrándose aún por sobre el valor obtenido por la muestra patrón.

Figura 3

Resistencia a la flexión promedio del concreto a 28 días de edad.



Nota. El gráfico muestra los valores promedio de resistencia a la flexión del concreto evaluado a 28 días de edad; notando que para esta propiedad, la fibra de polipropileno le aporta resistencia teniendo al concreto con 300 g/m³ de fibra como el más sobresaliente, pues a mayores dosificaciones de fibra, la resistencia empieza a decaer; sin embargo, para establecer un punto de equilibrio en la resistencia a la compresión y flexión, se opta por elegir como dosis óptima a la cantidad de 600 g/m³ de fibra, debido que al emplear este concreto en un pavimento rígido es importante como punto principal tener en cuenta los valores de flexión pero sin descuidar además el comportamiento a compresión.

Para dar resultado al **objetivo específico 1**, se sustenta con la tablas N° 14 y N° 15, en las cuales se muestran los resultados de los diferentes ensayos que comprende la caracterización de agregados.

Tabla 14

Caracterización del agregado grueso

| Agregado grueso | | | |
|--------------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Ensayo | U.M | Norma | Resultado |
| Humedad | % | NTP 339.185 | 0.5 |
| Peso específico | gr/cm ³ | NTP 400.021 | 2.46 |
| Absorción | % | NTP 400.021 | 2.0 |
| Peso unitario suelto | kg/m ³ | NTP 400.017 | 1,359.0 |
| Peso unitario compactado | kg/m ³ | NTP 400.017 | 1,562.0 |
| Módulo de finura | - | - | 6.53 |
| TMN | Pulg. | - | 3/4 |
| Huso | - | NTP 400.037 | 57 |

Nota. La tabla muestra el resumen de los ensayos que comprende la caracterización del agregado grueso así como también los resultados de cada uno, los cuales fueron obtenidos gracias a los

procedimientos que detalla la normativa técnica peruana (N.T.P.) correspondiente a cada ensayo; observando que la gradación de las partículas de este tipo de agregado se adapta al Huso 57 según la NTP. 400.037.

Tabla 15

Caracterización del agregado fino

| Agregado fino | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------|------------------|
| Ensayo | U.M | Norma | Resultado |
| Humedad | % | NTP 339.185 | 1.0 |
| Peso específico | gr/cm ³ | NTP 400.022 | 2.46 |
| Absorción | % | NTP 400.022 | 2.2 |
| Peso unitario suelto | kg/m ³ | NTP 400.017 | 1,690.0 |
| Peso unitario compactado | kg/m ³ | NTP 400.017 | 1,899.0 |
| Módulo de finura | - | - | 2.76 |

Nota. La tabla muestra el resumen de todos los ensayos que comprende la caracterización del agregado fino así como también los resultados de cada uno, los cuales fueron obtenidos gracias a los procedimientos que detalla la normativa técnica peruana (N.T.P.) correspondiente a cada ensayo; observando que la arena se cataloga como una arena gruesa ya que el módulo de finura obtenido fue de 2.76, el cual se encuentra dentro del rango establecido por la NTP 400.037, que va desde 2.3 a 3.1.

Para dar resultado al **objetivo específico 2**, se sustenta con la tablas N° 16 y N° 17, en las cuales se muestran los resultados de la dosificación de materiales que arroja el diseño de mezcla.

Tabla 16

Diseño de mezcla del concreto para pavimento rígido ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$).

| Material | Peso húmedo (kg/m³) | Tanda 28L (kg) | Tanda 47L (kg) |
|-----------------|---|---------------------------|---------------------------|
| Cemento | 440 | 12.32 | 20.68 |
| Agua | 226 | 6.33 | 10.62 |
| Agregado Grueso | 980 | 27.44 | 46.06 |
| Agregado Fino | 569 | 15.93 | 26.74 |
| Total | 2215 | 62.02 | 104.11 |

Nota. La tabla muestra los materiales necesarios para elaborar el concreto los cuales han sido calculados en base al método ACI 211; observando que los pesos han sido proyectados para 28 y 47 litros por tanda, cumpliendo con el volumen el mínimo establecido por la NTP.339.036.

Tabla 17

Cantidad de fibra de polipropileno reciclado por tanda de concreto.

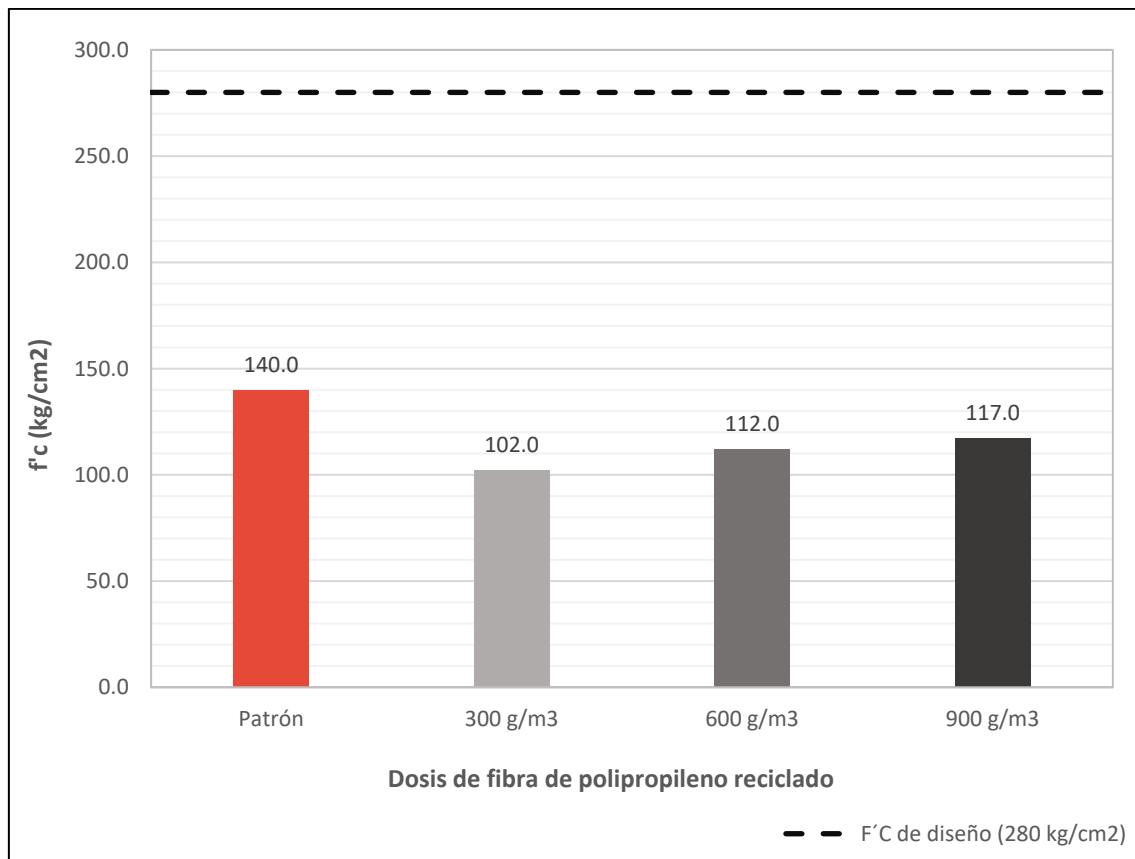
| Dosis de fibra (gr/m ³) | Tanda 28L (gr) | Tanda 47L (gr) |
|-------------------------------------|----------------|----------------|
| 300 | 8.40 | 14.10 |
| 600 | 16.80 | 28.20 |
| 900 | 25.20 | 42.30 |

Nota. La tabla muestra la cantidad de fibra de polipropileno reciclado que se debe añadir a las tandas de 28 litros y 47 litros de concreto, de acuerdo a la cantidad propuesta en la investigación.

Para dar resultado al **objetivo específico 3**, se sustenta con las figuras N° 4, N° 5, N° 6 y N° 7, en las cuales se muestran los resultados promedio de la resistencia a la compresión de los diferentes concretos elaborados.

Figura 4

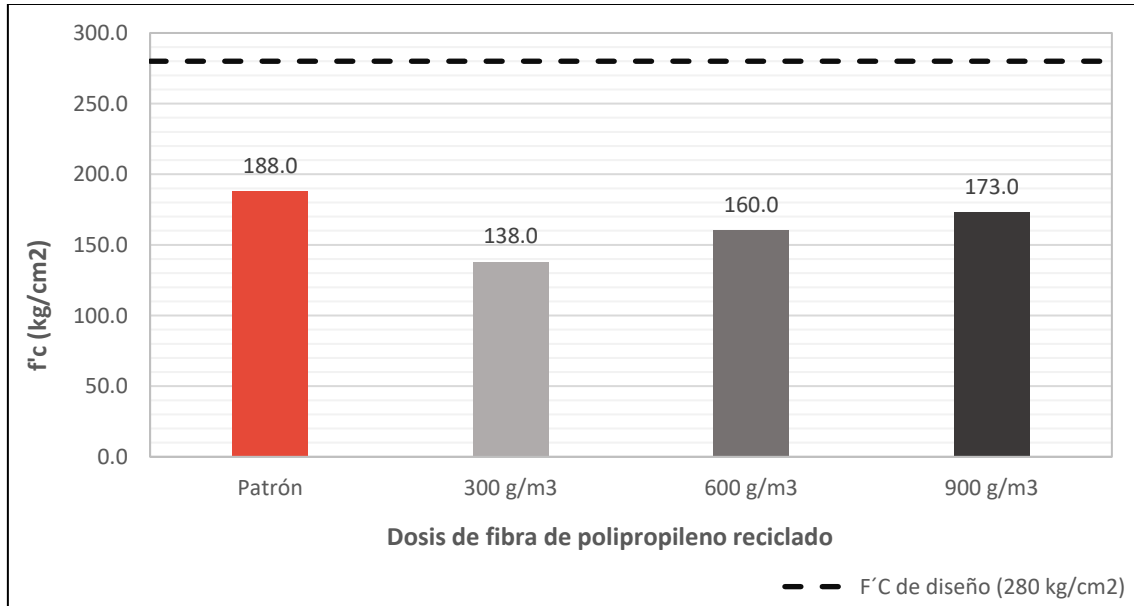
Resistencia a la compresión promedio del concreto a 3 días de edad



Nota. El gráfico muestra los valores promedio de resistencia a compresión del concreto evaluado a 3 días de edad; notando que los valores de compresión de las muestras que contienen fibra están por debajo del valor obtenido por la muestra patrón; sin embargo el que mejor comportamiento presenta es el concreto con 900 g/m³ de fibra.

Figura 5

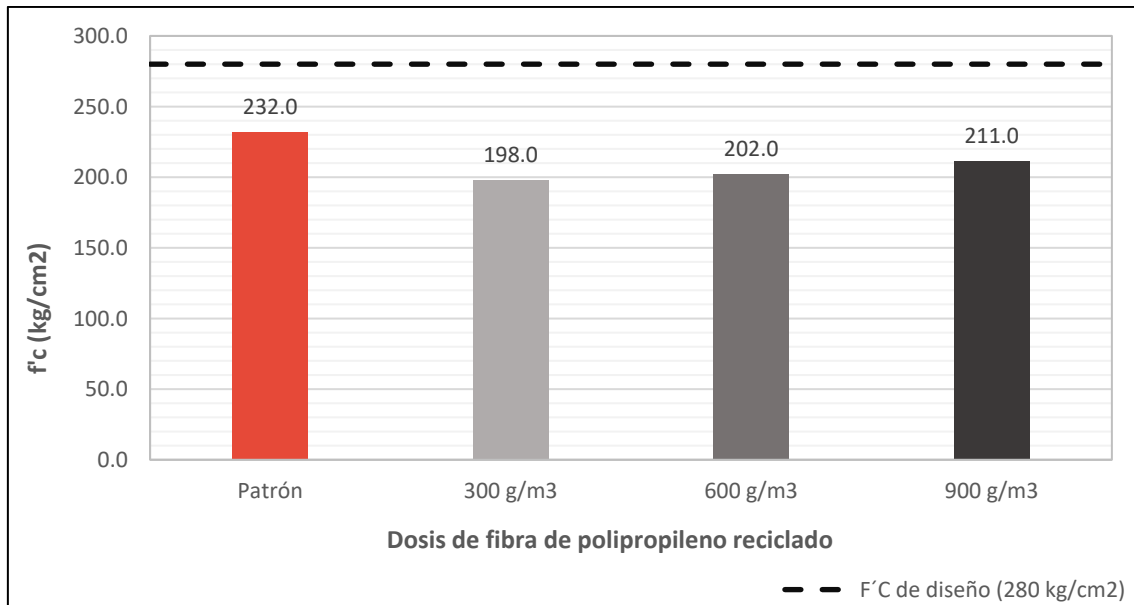
Resistencia a la compresión promedio del concreto a 7 días de edad



Nota. El gráfico muestra los valores promedio de resistencia a compresión del concreto evaluado a 7 días de edad; notando que los valores de compresión de las muestras que contienen fibra están por debajo del valor obtenido por la muestra patrón; sin embargo, nuevamente el que mejor comportamiento presenta es el concreto con 900 g/m³ de fibra.

Figura 6

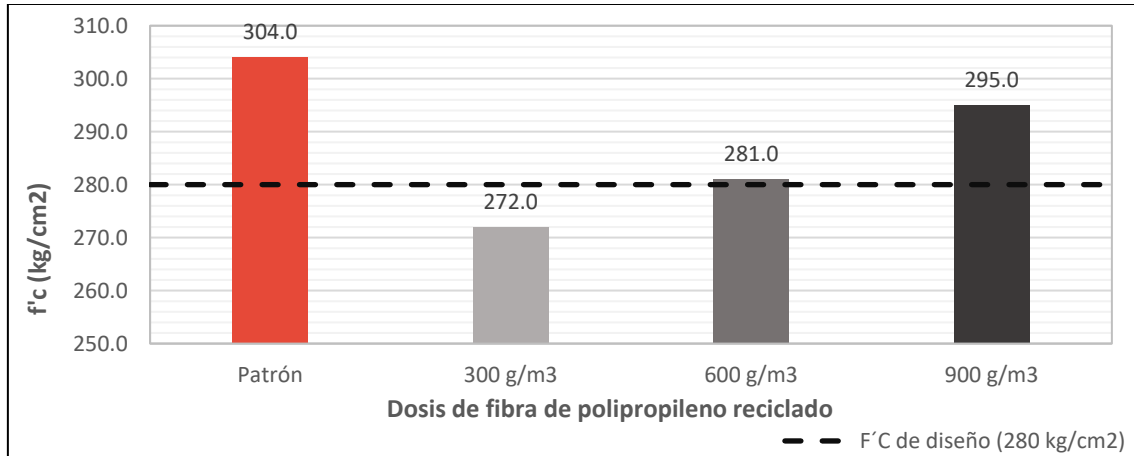
Resistencia a la compresión promedio del concreto a 14 días de edad



Nota. El gráfico muestra los valores promedio de resistencia a compresión del concreto evaluado a 14 días de edad; notando que los valores de compresión de las muestras que contienen fibra están por debajo del valor obtenido por la muestra patrón; sin embargo, nuevamente el que mejor comportamiento presenta es el concreto con 900 g/m³ de fibra.

Figura 7

Resistencia a la compresión promedio del concreto a 28 días de edad

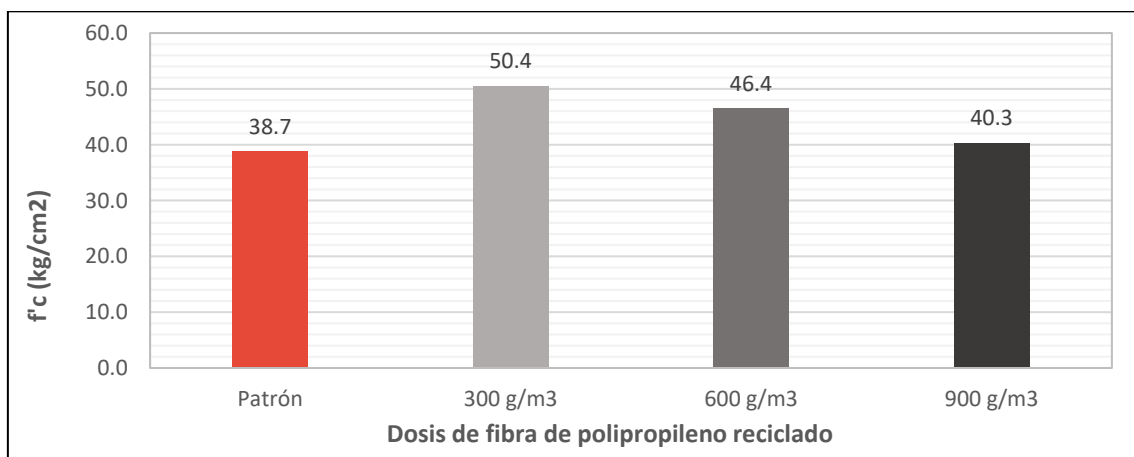


Nota. El gráfico muestra los valores promedio de resistencia a compresión del concreto evaluado a 28 días de edad; notando que los valores de compresión de las muestras que contienen fibra están por debajo del valor obtenido por la muestra patrón; sin embargo, nuevamente el que mejor comportamiento presenta es el concreto con 900 g/m³ de fibra; asimismo, los concretos que logran sobrepasar la resistencia de diseño (280 kg/cm²) son los que contienen 600 g/m³ y 900 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado.

Para dar resultado al **objetivo específico 4**, se sustenta con la figura N° 8 en la cual se muestran los resultados promedio de la resistencia a la flexión de los diferentes concretos elaborados.

Figura 8

Resistencia a la flexión promedio del concreto a 28 días de edad.



Nota. El gráfico muestra los valores promedio de resistencia a la flexión del concreto evaluado a 28 días de edad; notando que para esta propiedad, la fibra de polipropileno le aporta resistencia teniendo al concreto con 300 g/m³ de concreto como el que presentó el mejor comportamiento, pues a mayores dosificaciones de fibra, la resistencia empieza a decaer.

Para dar resultado al **objetivo específico 5**, se sustenta desde la tabla N° 18 a la tabla N° 32 en las cuales se muestran los resultados de las pruebas estadísticas que sirvieron para evaluar la hipótesis planteada al inicio de esta investigación.

Tabla 18

Normalidad para la resistencia a la compresión a 3 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | Shapiro-Wilk | | |
|---|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 0.855 | 3 | 0.253 |
| 300 g/m ³ | 0.923 | 3 | 0.463 |
| 600 g/m ³ | 0.980 | 3 | 0.726 |
| 900 g/m ³ | 0.964 | 3 | 0.637 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la normalidad de los datos de resistencia a la compresión del concreto a 3 días de curado, evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk; obteniendo una significancia mayor al 5% (0.05) lo que significa la aceptación de la hipótesis nula la cual señala que los datos si presentan una distribución normal.

Tabla 19

Normalidad para la resistencia a la compresión a 7 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | Shapiro-Wilk | | |
|---|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 1.000 | 3 | 1.000 |
| 300 g/m ³ | 0.750 | 3 | 0.071 |
| 600 g/m ³ | 0.987 | 3 | 0.780 |
| 900 g/m ³ | 0.750 | 3 | 0.062 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la normalidad de los datos de resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado, evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk; obteniendo una significancia mayor al 5% (0.05) lo que significa la aceptación de la hipótesis nula la cual señala que los datos si presentan una distribución normal.

Tabla 20

Normalidad para la resistencia a la compresión a 14 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | Shapiro-Wilk | | |
|---|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 1.000 | 3 | 1.000 |
| 300 g/m ³ | 0.964 | 3 | 0.637 |
| 600 g/m ³ | 0.907 | 3 | 0.407 |
| 900 g/m ³ | 0.993 | 3 | 0.843 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la normalidad de los datos de resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado, evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk; obteniendo una significancia mayor al 5% (0.05) lo que significa la aceptación de la hipótesis nula la cual señala que los datos si presentan una distribución normal.

Tabla 21

Normalidad para la resistencia a la compresión a 28 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | Shapiro-Wilk | | |
|--|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 0.980 | 3 | 0.726 |
| 300 g/m ³ | 0.993 | 3 | 0.843 |
| 600 g/m ³ | 0.923 | 3 | 0.463 |
| 900 g/m ³ | 0.871 | 3 | 0.298 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la normalidad de los datos de resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado, evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk; obteniendo una significancia mayor al 5% (0.05) lo que significa la aceptación de la hipótesis nula la cual señala que los datos si presentan una distribución normal.

Tabla 22

Normalidad para la resistencia a la flexión a 28 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | Shapiro-Wilk | | |
|--|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 0.975 | 3 | 0.700 |
| 300 g/m ³ | 0.983 | 3 | 0.752 |
| 600 g/m ³ | 0.932 | 3 | 0.497 |
| 900 g/m ³ | 0.991 | 3 | 0.817 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la normalidad de los datos de resistencia a la flexión del concreto a 28 días de curado, evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk; obteniendo una significancia mayor al 5% (0.05) lo que significa la aceptación de la hipótesis nula la cual señala que los datos si presentan una distribución normal.

Tabla 23

Varianza para la resistencia a la compresión a 3 días de edad.

| ANOVA de un factor | | | | | |
|--------------------|----------------------|----|---------------------|--------|-------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 2328.000 | 3 | 776.000 | 83.143 | 0.000 |
| Intra-grupos | 74.667 | 8 | 9.333 | | |
| Total | 2402.667 | 11 | | | |

Nota. La tabla muestra los resultados de la prueba de ANOVA de un factor de los datos de compresión de los concretos evaluados a la edad de 3 días de curado; observando que para esta prueba el valor de significancia obtenida es inferior a 5% (0.05), lo que permite aceptar la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Tabla 24

Varianza para la resistencia a la compresión a 7 días de edad.

| ANOVA de un factor | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-------------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 4033.583 | 3 | 1344.528 | 67.508 | 0.000 |
| Intra-grupos | 159.333 | 8 | 19.917 | | |
| Total | 4192.917 | 11 | | | |

Nota. La tabla muestra los resultados de la prueba de ANOVA de un factor de los datos de compresión de los concretos evaluados a la edad de 7 días de curado; observando que para esta prueba el valor de significancia obtenida es inferior a 5% (0.05), lo que permite aceptar la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Tabla 25

Varianza para la resistencia a la compresión a 14 días de edad.

| ANOVA de un factor | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-------------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 14571.583 | 3 | 4857.194 | 214.288 | 0.000 |
| Intra-grupos | 181.333 | 8 | 22.667 | | |
| Total | 14752.917 | 11 | | | |

Nota. La tabla muestra los resultados de la prueba de ANOVA de un factor de los datos de compresión de los concretos evaluados a la edad de 14 días de curado; observando que para esta prueba el valor de significancia obtenida es inferior a 5% (0.05), lo que permite aceptar la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Tabla 26

Varianza para la resistencia a la compresión a 28 días de edad.

| ANOVA de un factor | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-------------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 1779.333 | 3 | 593.111 | 13.687 | 0.002 |
| Intra-grupos | 346.667 | 8 | 43.333 | | |
| Total | 2126.000 | 11 | | | |

Nota. La tabla muestra los resultados de la prueba de ANOVA de un factor de los datos de compresión de los concretos evaluados a la edad de 28 días de curado; observando que para esta prueba el valor de significancia obtenida es inferior a 5% (0.05), lo que permite aceptar la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Tabla 27

Varianza para la resistencia a la flexión a 28 días de edad.

| ANOVA de un factor | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-------------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Inter-grupos | 267.289 | 3 | 89.096 | 5.583 | 0.023 |
| Intra-grupos | 127.660 | 8 | 15.958 | | |
| Total | 394.949 | 11 | | | |

Nota. La tabla muestra los resultados de la prueba de ANOVA de un factor de los datos de flexión de los concretos evaluados a la edad de 28 días de curado; observando que para esta prueba el valor de significancia obtenida es inferior a 5% (0.05), lo que permite aceptar la hipótesis alternativa, la cual señala que existe diferencia de medias en por lo menos un grupo, resultando estadísticamente significativo.

Tabla 28

Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 3 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|--|----------|-------------------------------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 300 g/m ³ | 3 | 101.6667 | | |
| 600 g/m ³ | 3 | | 111.6667 | |
| 900 g/m ³ | 3 | | 117.6667 | |
| Patrón | 3 | | | 139.6667 |
| Sig. | | 1.000 | .153 | 1.000 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la compresión del concreto, en este caso se observa los resultados de posprueba de los diferentes concretos evaluados a 3 días de curado, en donde los concretos elaborados con 600 g/m³ y 900 g/m³ de fibra son los que presentan la mayor influencia significativa después del concreto patrón.

Tabla 29

Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 7 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|--|----------|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 300 g/m ³ | 3 | 138.0000 | | | |
| 600 g/m ³ | 3 | | 159.6667 | | |
| 900 g/m ³ | 3 | | | 172.6667 | |
| Patrón | 3 | | | | 188.0000 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la compresión del concreto, en este caso se observa los resultados de posprueba de los diferentes concretos evaluados a 7 días de curado, en donde el concreto elaborado con 900 g/m³ de fibra es el que presenta la mayor influencia significativa después del concreto patrón.

Tabla 30

Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 14 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---|---|------------------------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 300 g/m ³ | 3 | 138.0000 | | | |
| 600 g/m ³ | 3 | | 159.6667 | | |
| 900 g/m ³ | 3 | | | 172.6667 | |
| Patrón | 3 | | | | 232.0000 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la compresión del concreto, en este caso se observa los resultados de posprueba de los diferentes concretos evaluados a 14 días de curado, en donde el concreto elaborado con 900 g/m³ de fibra es el que presenta la mayor influencia significativa después del concreto patrón.

Tabla 31

Posprueba Tukey para la resistencia a la compresión a 28 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---|---|------------------------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 300 g/m ³ | 3 | 272.6667 | | |
| 600 g/m ³ | 3 | 280.3333 | 280.3333 | |
| 900 g/m ³ | 3 | | 295.3333 | 295.3333 |
| Patrón | 3 | | | 303.6667 |
| Sig. | | .519 | 0.089 | .454 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la compresión del concreto, en este caso se observa los resultados de posprueba de los diferentes concretos evaluados a 28 días de curado, en donde el concreto patrón y el elaborado con 900 g/m³ de fibra son los que presentan la mayor influencia significativa.

Tabla 32

Posprueba Tukey para la resistencia a la flexión a 28 días de edad.

| Dosis de fibra de polipropileno reciclado | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|---|---|------------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| Patrón | 3 | 38.6333 | |
| 900 g/m ³ | 3 | 40.3000 | 40.3000 |
| 600 g/m ³ | 3 | 46.4667 | 46.4667 |
| 300 g/m ³ | 3 | | 50.3667 |
| Sig. | | .154 | 0.059 |

Nota. La tabla muestra los resultados de la posprueba Tukey la cual permite identificar que grupo genera la mayor influencia significativa en la flexión del concreto, en este caso se observa los resultados de posprueba de los diferentes concretos evaluados a 28 días de curado, en donde los concretos con las tres dosificaciones de fibra de polipropileno reciclado son los que presentan la mayor influencia significativa.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En este capítulo se muestra que los investigadores Amaya y Ramirez (2019), concluyeron que las características de las fibras tienen una gran incidencia en el comportamiento del concreto cuando se utiliza como refuerzo, es decir, la cantidad de dosificación agregada a la mezcla, la longitud de las fibras y en especial el material de cada fibra; asimismo, señalan que las muestras de concreto reforzadas con macrofibras, en general, presentaron unas buenas características mecánicas en el concreto, ya sea a flexión como a compresión, en donde en la mayoría de los casos la tendencia fue que se aumentará la resistencia y que se disminuyera el problema de fisuramiento; **y comparando con el presente estudio, se llega a un resultado similar** puesto que los concretos elaborados con diferentes dosificaciones de fibras de polipropileno mostraron un comportamiento positivo ya que los valores de flexión resultaron mayores a los obtenidos por el concreto patrón y de igual forma los valores de compresión a pesar de que se encontraron por debajo del valor obtenido por el concreto patrón, lograron sobrepasar a 28 días la resistencia de diseño, siendo la dosificación óptima la de 600 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado.

También se tiene al investigador Chilón (2018), quien encontró que los valores de resistencia a compresión a 28 días de edad incrementaron respecto al patrón para dosis de 2, 3 y 4 kg/m³ de fibra; mientras que para la resistencia a la flexión los valores alcanzados mostraron un pico alto hasta cierta dosis de fibra, luego empezaron a decaer. Concluyendo que la adición de fibras tiene una dosificación óptima y mayor a ello genera una disminución en las propiedades mecánicas tal y como se evidencia en el comportamiento a flexión; de igual manera **comparando con los resultados obtenidos en el presente estudio, se llega a la misma**

conclusión, pues existe una dosificación óptima que brinda un punto de equilibrio en el comportamiento del concreto, permitiendo que sus propiedades no se vean afectadas, ya que por ejemplo la dosificación más sobresaliente en la resistencia a la compresión fue de 900 g/m^3 de fibra, la cual a flexión alcanza el menor resultado respecto a los demás concretos experimentales; y la dosificación más sobresaliente en la resistencia a la flexión fue de 300 g/m^3 , la cual a compresión no logra llegar a la resistencia de diseño, por ello la dosificación óptima seleccionada fue de 600 g/m^3 , ya que si bien es cierto logra sobrepasar con dificultad la resistencia de diseño, el valor que obtiene a flexión es un valor intermedio aceptable, y al ser el pavimento rígido una estructura horizontal hay que dar prioridad a las mejoras en cuanto a flexión.

Otros investigadores como Flores y Mamani (2018), concluyeron que la incorporación de fibra de polipropileno (Sika Fiber Force PP-48) en el concreto, mejora significativamente la resistencia a la compresión en un 17.40% y la resistencia a la flexión en un 3.6% utilizando una dosificación de 5 kg/m^3 en comparación al concreto normal; y **comparando con la presente tesis se llega a una conclusión similar**, pues en cuanto a compresión se logra sobrepasar con dificultad la resistencia de diseño, pero con un valor que representa una decaída de -7.57% respecto al valor alcanzado por el concreto patrón; y en cuanto a flexión se logra un incremento de 19.90 % de resistencia respecto al valor obtenido por la muestra patrón; esto utilizando una dosificación de 600 g/m^3 de fibra.

Por su parte el investigador Ingaroca (2021), encontró que las propiedades plásticas del concreto se ven afectadas de manera negativa, pues se observó que a mayor cantidad de fibra de polipropileno adicionada, el asentamiento y peso unitario disminuyen en todos los casos generando una mezcla poco trabajable; asimismo, en

lo que respecta a las propiedades mecánicas la mejor dosificación es de 520 g/m^3 de fibra, evidenciando a 28 días un incremento de 11.63 % respecto al concreto sin fibra; y en cuanto a la resistencia a flexión observó que esta aumenta de acuerdo a la cantidad de fibra, alcanzando el mejor valor para la dosis de 600 g/m^3 de fibra, evidenciando un incremento de 16.41% respecto al concreto patrón. Concluyendo que las fibras de polipropileno afectan negativamente las propiedades plásticas del concreto, pero muestran un mejoramiento en su comportamiento mecánico; y **realizando la comparación con la presente investigación se llega a la misma conclusión**, pues en los ensayos del concreto en estado fresco se observó que la trabajabilidad de veía afectada al obtener valores de asentamiento menores que el obtenido por el concreto patrón; asimismo, el peso unitario también mostró una reducción significativa; por otro lado en cuanto a las propiedades mecánicas también se encontró los mejores valores con una dosificación de 600 g/m^3 .

De la misma forma los investigadores Chahua y Huayta (2018), concluyeron que la fibra ayuda a mantener el concreto unido sin que ocurran desprendimientos o el espécimen se destruya por completo; asimismo, en la flexión se observa que la fibra sintética estructural Barchip MQ58, cumple con los requerimientos esperados, pudiendo sustituir al acero en el diseño de un pavimento rígido; y **comparando con el presente estudio, se llega al mismo criterio**, pues los resultados obtenidos en compresión y flexión para la dosis óptima encontrada cumplen con los requisitos de diseño establecidos, además se observó también que al momento de realizar los ensayos de flexión las vigas que contenían fibra de polipropileno reciclado no colapsaban por completo al momento de ocurrir la fractura a diferencia de las vigas de concreto patrón.

Por último se tiene al investigador Merma (2022) quién concluyó que la fibra de polipropileno influye significativamente en las propiedades del pavimento siendo 300 g/m³ de fibra de polipropileno la dosis óptima, con la cual se obtuvo un incremento de 27.2% en la resistencia a la compresión y 10% de incremento en la resistencia a la flexión; y **realizando la comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentra algo similar**, pues aunque en la resistencia a la compresión se hayan alcanzado valores por debajo del obtenido por la muestra patrón, en la resistencia a la flexión el mejor comportamiento fue presentado por el concreto con dosis de 300 g/m³ de fibra con un incremento de 30.23 % respecto al valor obtenido por la muestra patrón.

Desde la figura N°4 a la figura N°7 se muestran los resultados promedio de la resistencia a la compresión del concreto evaluado a 3, 7, 14 y 28 días de curado; encontrando que el concreto con adición de fibras de polipropileno reciclado obtiene resistencias menores a las del concreto patrón, resaltando el concreto con 900 g/m³ de fibra como el más sobresaliente en todas las edades ya que obtuvo los mayores valores de resistencia en comparación con los demás concretos que contienen fibra, llegando a sobrepasar en 5.36 % el valor de resistencia de diseño que es de 280 kg/cm² a los 28 días de curado. En la figura N°8 se muestra los resultados promedio de la resistencia a la flexión del concreto evaluada a 28 días de curado; encontrando que para esta propiedad la incorporación de fibra de polipropileno reciclado es de gran ayuda, pues los valores de resistencia arrojados por los concretos experimentales sobrepasan al valor obtenido por la muestra patrón, teniendo al concreto con 300 g/m³ como el que mejor comportamiento presentó sobrepasando en 30.23 % al valor alcanzado por la muestra patrón. Rescatando que a mayor cantidad de fibra de polipropileno la flexión se ve afectada, a diferencia del comportamiento a

compresión que sucede todo lo contrario; y teniendo en cuenta ello, la dosificación óptima sería la de 600 g/m^3 de fibra ya que en esta dosis el concreto cumple a compresión pues logra alcanzar los 281 kg/cm^2 sobrepasando la resistencia de diseño; asimismo, en el caso de la resistencia a la flexión logra un valor intermedio de 46.4 kg/cm^2 el cual representa un incremento del 19.90 % respecto al valor obtenido por la muestra patrón.

En la presente investigación se encontró que los autores de los diversos antecedentes tomados en cuenta, evalúan el comportamiento del concreto empleado en pavimentos rígidos frente a la incorporación de fibras de polipropileno, con la finalidad de encontrar una mejora en sus propiedades y obtener de esta forma un concreto de calidad que realmente logre brindar a la estructura del pavimento una amplia vida útil según el periodo para la que se diseña y que los gastos en trabajos de mantenimiento sean mínimos, llegando a concluir que en base a sus resultados la incorporación de fibras de polipropileno ayudan a mejorar las propiedades mecánicas del concreto empleado en pavimentos rígidos siempre y cuando se realicen análisis previos del comportamiento del concreto ya que son muchos los factores que pueden influir en los resultados como el tipo de agregado, el tipo y tamaño de fibra añadida y la dosificación empleada.

4.2. Limitaciones

La presente investigación se desarrolló con materiales de fácil alcance en la ciudad de Trujillo; asimismo, los datos recolectados se obtuvieron gracias a los procedimientos estipulados por la Normativa Técnica Peruana correspondiente a cada ensayo, siendo en este caso para las variables resistencia a la compresión y resistencia a la flexión; por esta razón no existieron limitaciones durante el desarrollo de este trabajo.

4.3. Implicancias

Las implicancias de la presente investigación se divide en dos partes, en académicas porque este estudio pasará a ser un antecedente que aporte con nuevos conocimientos relacionados con el comportamiento del concreto, para los futuros investigadores; y en profesionales debido a que al evaluar el impacto del uso de fibras de polipropileno reciclado en las propiedades mecánicas de un concreto empleado en pavimentos rígidos, quedará en evidencia que su uso repercutirá positivamente sobre las propiedades del concreto evaluadas y por ende en la cultura ambiental de las generaciones presentes y futuras.

4.4. Conclusiones

- Se determinó el impacto del uso de la fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido; obteniendo al concreto con 600 g/m^3 como el que mejor comportamiento presentó a los 28 días de edad para ambas propiedades estudiadas.
- Se determinó las características de los agregados en base a los procedimientos estipulados en la normativa técnica peruana (N.T.P.), obteniendo un agregado grueso de TMN de 3/4" que se adapta al Huso 57; asimismo, se obtuvo un agregado fino que se clasifica como una arena grueso con un módulo de finura de 2.76.
- Se realizó el diseño de mezcla de un concreto para pavimento rígido teniendo en cuenta los datos obtenidos de la caracterización de agregados, el procedimiento de diseño del método ACI 211, el cemento Pacasmayo tipo Ico, una resistencia de diseño de 280 kg/cm^2 y un asentamiento teórico de 3" a 4"; los materiales se proyectaron para tandas de 28 litros (0.028 m^3) y 47 litros (0.047 m^3) resultando cantidades de 12.32 kg y 20.68 kg de cemento, 6.33 kg y 10.62 kg de agua, 27.44

kg y 46.06 kg de agregado grueso, 15.93 kg y 26.74 kg de agregado fino respectivamente; asimismo, las cantidades de fibras de polipropileno para ambas tandas proyectadas fueron de 8.40 g y 14.10 g para la dosis de 300 g/m³, de 16.80 g y 28.20 g para la dosis de 600 g/m³ y por último de 25.20 g y 42.30 g para la dosis de 900 g/m³ respectivamente.

- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto con adición de diferentes cantidades de fibra de polipropileno reciclado, empleando testigos cilíndricos evaluados a edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado, obteniendo para la edad de 28 días de curado, que es cuando el concreto teóricamente adquiere su mayor valor de resistencia, valores de compresión de 304 kg/cm², 295 kg/cm², 281 kg/cm² y 272 kg/cm² para el concreto patrón, concreto con 900 g/m³, 600 g/m³ y 300 g/m³ respectivamente.
- Se determinó la resistencia a la flexión del concreto con adición de diferentes cantidades de fibra de polipropileno reciclado, mediante vigas de concreto a la edad de 28 días de curado, obteniendo valores de flexión de 38.7 kg/cm², 50.4 kg/cm², 46.4 kg/cm² y 40.3 kg/cm² para el concreto patrón, concreto con 300 g/m³, 600 g/m³ y 900 g/m³ respectivamente.
- Se realizó la prueba de hipótesis mediante el método paramétrico; encontrando que el uso de fibra de polipropileno reciclado genera un impacto positivo en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido, teniendo como dosis óptima a la cantidad de 600 g/m³ de fibra.

4.5. Recomendaciones

- Se recomienda a las personas que se dedican al ámbito de la construcción a utilizar la fibra de polipropileno en pavimentos rígidos, empleando una dosificación de 600 g/m³ ya que esta dosis mantiene el equilibrio en las propiedades mecánicas

pues logra pasar la resistencia de diseño a compresión, y en flexión logra un incremento importante respecto al patrón; sin embargo para poder utilizar esta dosificación hay que tener en cuenta que los agregados tengan características similares a los utilizados en este estudio y de esta forma evitar resultados no deseados.

- Se recomienda a los próximos investigadores que se inclinen por el tema de la elaboración de concretos para pavimentos rígidos empleando adiciones de fibras de polipropileno a tener cuidado con la dosificación de este material ya que una dosis excesiva puede provocar un gran impacto negativo en las propiedades; por ello se debe realizar pruebas de laboratorio para analizar el comportamiento del concreto y determinar la dosis adecuada ya que son muchos los factores que pueden influir.
- Se recomienda a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil a seguir investigando en el tema, planteando para ello nuevas variables de estudio y el uso de productos o materiales que ayuden a producir y obtener un concreto amigable con el medio ambiente, para de esta manera generar nuevas líneas de investigación que potencien el conocimiento.

REFERENCIAS

- Abad, Y. (2023). *Adición de fibra de polipropileno y nylon para mejorar las propiedades físicas – mecánicas del concreto* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11160>
- Alayo, A. & Polo, M. (2019). *Influencia del porcentaje de piedra pómez sobre la resistencia a la compresión y peso unitario en un concreto estructural para pórticos, Trujillo – 2019*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/23377>
- Amaya, S. & Ramirez, M. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/23923>
- Arce, J. & López, G. (2023). *Evaluación de las propiedades del concreto usando fibra de polipropileno para un pavimento rígido $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en la Av. Sol de naranjal del distrito de San Martín de Porres, Lima 2023*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/7398>
- Arispe, C.; Yangali, J.; Guerrero, M.; Lozada, O.; Acuña, L. & Arellano, C. (2020). *La Investigación Científica. Una aproximación para los estudios de posgrado*. Universidad Internacional del Ecuador. ISBN: 978-9942-38-578-9
- Arrieta, R. & Medina, D. (2019). *Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14552>

- Bautista, A. (2018). Análisis de accesibilidad y conectividad de la red vial intermunicipal en el microsistema regional de la provincia Centro en Boyacá, Colombia. En *Revista Perspectiva Geográfica*, 23(1) pp. 123-141. doi:10.19053/01233769.8058
- Cáceres, G.; Membreño, Y. & Villatoro, J. (2018). *Inclusión de Fibras Metálicas en Pavimento Rígidos* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/17247>
- Castro, J.; Gómez, L. & Camargo, E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. En *Revista Tecnura*, 27(75). <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Cementos Alión (2020). (s.f.). *Resistencia del concreto y más propiedades que debes conocer* En Blog: Propiedades del concreto. Recuperado de <https://alion.com.co/propiedades-del-concreto/>
- Cevallos, K. (2023). *Pavimentos* [Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Manabí]. https://www.researchgate.net/publication/349214845_pavimentos
- Chahua, J. & Huayta, P. (2018). *Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro – Huachipa - Lima* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de San Martín de Porres]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4783>
- Chaves, M. (2021). *Los diseños cuasi-experimentales en la investigación clínica. Su utilidad y limitaciones para la inferencia causal en la práctica clínica* [Tesis Doctoral para optar por el grado de Doctor en Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona]. <http://hdl.handle.net/10803/674481>

- Chilón, S. (2018). *Influencia de la fibra sintética (Sika® Fiber Force PP-48) en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con $f'c=280$ kg/cm²* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1835>
- Díaz, S. (2018). *La revaloración de la performance funcional y estructural de los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2571>
- Flores, F. & Mamani, R. (2018). *Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7222>
- Gómez, G. & Medina, L. (2021). *Bases teóricas para la implementación del concreto autorreparable en laboratorios de enseñanza superior*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Antonio Nariño]. http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/5774/3/2021_GissethGomezLauraMedina.pdf
- Gutiérrez, L. (2018). *Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/2808>
- Huaricancha, N. (2018). *Influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en más de 4380 m.s.n.m., Yanacancha –*

- Pasco* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/359>
- Indecopi. (2008). *Concreto, ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. (NTP.339.046). Inacal. <https://pdfcoffee.com/determinar-la-densidad-c-airentp-339046-5-pdf-free.html>.
- Indecopi. (2009). *Concreto, método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. (NTP 339.035). Inacal. <https://1library.co/document/q59kx47z-ntp-pdf.html>
- Indecopi. (2011). *Agregados, método de ensayo para peso unitario del agregado*. (NTP.400.017). Inacal. <https://1library.co/document/zk67g04y-ntp-400-017-2011-agregados-metodo-de-ensayo-para-determinar-el-peso-unitario-del-agregado.html>
- Indecopi. (2012). *Concreto, método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. (NTP.339.078). Inacal. <https://es.scribd.com/document/371811856/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion>
- Indecopi. (2013). *Agregados, análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global*. (NTP.400.012). Inacal. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-federico-villarreal/tecnologia-del-concreto/ntp-400-012-2013-agregados/12238185>
- Indecopi. (2013). *Agregados, método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. (NTP.339.185). Inacal.

https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf

Indecopi. (2013). *Agregados, método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.* (NTP.400.021). Inacal. <https://pdfcoffee.com/ntp-400021-densidad-y-absorcion-agregado-grueso-convertido-pdf-free.html>

Indecopi. (2013). *Agregados, método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.* (NTP.400.022). Inacal. https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf

Indecopi. (2013). *Concreto, método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).* (NTP.339.184). Inacal. <https://es.scribd.com/document/394328622/20024-339-184-1>

Indecopi. (2013). *Concreto, práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto de laboratorio.* (NTP.339.183). Inacal. <https://pdfcookie.com/download/ntp-339183-2013pdf-52e1qeqqkjv8>

Indecopi. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto* (NTP 400.037). Inacal. <https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>

Indecopi. (2015). *Concreto, método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* (NTP 339.034). Inacal. [https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-santo-toribio-de-](https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-santo-toribio-de)

mogrovejo/tecnologia-del-concreto/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-
para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-
muestras-cilindricas-compress/17223149

Indecopi. (2017). *Concreto, práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco*.
(NTP.339.036). Inacal. <https://pdfcoffee.com/ntp-3390362017-concreto-practica-normalizada-para-muestreo-de-mezclas-de-concreto-fresco-4-pdf-free.html>

Indecopi. (2019). *Concreto, agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. (NTP.339.088). Inacal. <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-ag>

Ingaroca, J. (2021). *Análisis del comportamiento de las propiedades plásticas y mecánicas del concreto adicionado con fibras de polipropileno, empleado en el pavimento rígido de la Av. Nicolas Ayllón del Km 0+000 al Km 0+100, anexo de Pucará, distrito de Morococha, región Junín* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana del Centro]. <http://hdl.handle.net/20.500.14127/267>

Irigoyen, J. & Simo, L. (2017). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. República Dominicana

Mamani, R. (2021). *Aplicación de diferentes cementos en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65833>

Manrique, J. (2019). *Diseño y prueba de mezclas de concreto con baja pérdida de trabajabilidad en el tiempo* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/4336>

- Masías, D. (2021). *Estudio experimental para evaluar la correlación de resultados de resistencia, entre los ensayos de rotura y velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2861>
- Merma, R. (2022). *Influencia de fibra de polipropileno en las propiedades del concreto para pavimento rígido en av. La Florida - Cusco 2021* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13052>
- Miranda, A. (2021). *Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales (Bagazo de Caña) y Fibras Sintéticas (Polipropileno)*. [Tesis para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Civil, énfasis en Estructuras, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39794/MirandaEspitiaAngelicaNoelia2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, E. (2023). *Evaluación del Concreto Reforzado con Fibra de Polipropileno y Aditivo Plastificante* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11083>
- QuestionPro. (2021). Muestreo aleatorio simple, uno de los tipos de muestreo de probabilidad. Recuperado de: <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-aleatorio-simple/>.
- Sika (2020). Sika Informaciones Técnicas: Concreto reforzado con fibras.

ANEXOS

ANEXO N°1. Desarrollo de tesis

- Granulometría de los agregados (NTP 400.012).

Tabla 33

Análisis granulométrico del agregado grueso

| Malla | Abertura (mm) | Peso ret. (g) | % Ret. Parcial | % Ret. Acum. | % Que pasa | Límites Huso 57 NTP 400.037 | |
|--------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------|--------------------------------|------|
| | | | | | | Mín. | Máx. |
| 1 1/2" | 37.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 1" | 25 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| 3/4" | 19 | 101.9 | 2.0 | 2.0 | 98.0 | 90 | 100 |
| 1/2" | 12.5 | 1586.4 | 31.7 | 33.8 | 66.2 | | |
| 3/8" | 9.5 | 1196.7 | 23.9 | 57.7 | 42.3 | 20 | 55 |
| 4 | 4.75 | 1927.7 | 38.6 | 96.3 | 3.7 | 0 | 10 |
| 8 | 2.36 | 102.2 | 2.0 | 98.3 | 1.7 | 0 | 5 |
| 16 | 1.18 | 34.9 | 0.7 | 99.0 | 1.0 | | |
| Fondo | | 50.2 | 1.0 | 100.0 | 0.0 | | |
| Total | | 5000.0 | 100.0 | | | | |

Tabla 34

Análisis granulométrico del agregado fino

| Malla | Abertura (mm) | Peso ret. (g) | % Ret. Parcial | % Ret. Acum. | % Que pasa | NTP 400.037 | |
|-------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------|-------------|------|
| | | | | | | Mín. | Máx. |
| 3/8" | 9.50 | 2.2 | 0.2 | 0.2 | 99.8 | 100 | 100 |
| 4 | 4.75 | 104.4 | 10.4 | 10.6 | 89.4 | 95 | 100 |
| 8 | 2.36 | 161.7 | 16.2 | 26.8 | 73.2 | 80 | 100 |
| 16 | 1.18 | 126.0 | 12.6 | 39.4 | 60.6 | 50 | 85 |
| 30 | 0.6 | 98.0 | 9.8 | 49.2 | 50.8 | 25 | 60 |
| 50 | 0.3 | 97.0 | 9.7 | 58.9 | 41.1 | 5 | 30 |
| 100 | 0.15 | 318.9 | 31.9 | 90.8 | 9.2 | 0 | 10 |
| 200 | 0.075 | 65.4 | 6.5 | 97.3 | 2.7 | 0 | 5 |
| Fondo | | 26.5 | 2.6 | 100.0 | 0.0 | | |
| Total | | 1000.0 | 100.0 | | | | |

- **Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185).**

Tabla 35

Contenido de humedad del agregado fino

| Descripción | Unidad | M1 | M2 | Prom |
|----------------------------------|--------|---------|---------|------------|
| Peso recipiente | gr. | 107.2 | 107.3 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr. | 1,665.1 | 1,703.8 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr. | 1,651.0 | 1,688.0 | |
| Peso de muestra húmeda | gr. | 1,557.9 | 1,596.5 | |
| Peso de muestra seca | gr. | 1,543.8 | 1,580.7 | |
| Peso de agua | gr. | 14.1 | 15.8 | |
| Contenido de humedad | % | 0.9 | 1.0 | 1.0 |

Tabla 36

Contenido de humedad del agregado grueso

| Descripción | Unidad | M1 | M2 | Prom |
|----------------------------------|--------|---------|---------|------------|
| Peso recipiente | gr. | 0.0 | 0.0 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr. | 3,146.5 | 3,161.5 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr. | 3,130.1 | 3,176.4 | |
| Peso de muestra húmeda | gr. | 3,146.5 | 3,191.5 | |
| Peso de muestra seca | gr. | 3,130.1 | 3,176.4 | |
| Peso de agua | gr. | 16.4 | 15.1 | |
| Contenido de humedad | % | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

- **Peso unitario de los agregados (NTP 400.017).**

Tabla 37

Peso unitario del agregado fino

| Descripción | Unidad | Prueba1 | Prueba2 | Prueba3 | Prom |
|--------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 21.720 | 21.740 | 21.800 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 23.660 | 23.660 | 23.660 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.380 | 6.380 | 6.380 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 15.340 | 15.360 | 15.420 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 17.280 | 17.280 | 17.280 | |
| Volumen del recipiente | m ³ | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m ³ | 1,686 | 1,688 | 1,695 | 1,690 |
| Peso unitario compactado | kg/m ³ | 1,899 | 1,899 | 1,899 | 1,899 |

Tabla 38

Peso unitario del agregado grueso

| Descripción | Unidad | Prueba1 | Prueba2 | Prueba3 | Prom |
|--------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 18.720 | 18.720 | 18.800 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 20.540 | 20.600 | 20.640 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.380 | 6.380 | 6.380 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 12.340 | 12.340 | 12.420 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 14.160 | 14.220 | 14.260 | |
| Volumen del recipiente | m ³ | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m ³ | 1,356 | 1,356 | 1,365 | 1,359 |
| Peso unitario compactado | kg/m ³ | 1,556 | 1,563 | 1,567 | 1,562 |

- **Peso específico y absorción de los agregados**

Agregado fino (NTP 400.022).

Tabla 39

Peso específico y absorción del agregado fino

| Descripción | Unidad | Prueba1 | Prueba2 | Prom |
|---|--------------------|---------|---------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr | 448.2 | 450.0 | |
| Peso del picnómetro lleno de agua | gr | 1443.7 | 1,443.7 | |
| Peso del picnómetro lleno de muestra y agua | gr | 1718.4 | 1,720.4 | |
| Peso de la muestra en estado SSS | gr | 457.5 | 459.8 | |
| Peso específico base seca | gr/cm ³ | 2.45 | 2.46 | 2.46 |
| Peso específico base SSS | gr/cm ³ | 2.50 | 2.51 | 2.51 |
| Absorción | % | 2.1 | 2.2 | 2.2 |

Agregado grueso (NTP 400.021).

Tabla 40

Peso específico y absorción del agregado grueso

| Descripción | Unidad | Prueba1 | Prueba2 | Prom |
|--|--------------------|---------|---------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr | 2002 | 2001 | |
| Peso de la muestra en estado SSS al aire | gr | 2041 | 2040 | |
| Peso de la muestra saturada en agua | gr | 1231 | 1222 | |
| Peso específico base seca | gr/cm ³ | 2.47 | 2.45 | 2.46 |
| Peso específico base SSS | gr/cm ³ | 2.52 | 2.49 | 2.51 |
| Absorción | % | 2.0 | 1.9 | 2.0 |

- **Diseño de mezcla**

Tabla 41

Parámetros requeridos para el diseño de mezcla

| f'c diseño | Asentamiento | Consistencia | Peso específico del cemento P_{casmayo} Ico | TMN del AG |
|------------------------|---------------------|---------------------|--|-------------------|
| 280 kg/cm ² | 3" a 4" | Plástica | 2.94 g/cm ³ | 3/4" |

Tabla 42

Determinación de f'cr cuando no se cuenta con data histórica para calcular el "S".

| Resistencia a compresión especificada, f'c, kg/cm² | Resistencia a compresión media requerida, kg/cm² |
|--|--|
| Menos de 210 | f'c + 70 |
| 210 a 350 | f'c + 84 |
| Más de 350 | 1.10 f'c + 50 |

Fuente: ACI-211.

Entonces las resistencias a compresión media requerida para ambos f'c de diseño son:

$$f'cr = 280 + 84$$

$$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 43

Cantidad de agua y contenido de aire de acuerdo con el asentamiento y TMN del agregado.

| Revestimiento (asentamiento) (mm) | Agua, kilogramos por metro cubico de concreto, para los tamaños de agregado indicados* | | | | | | | |
|--|---|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 3/8 pulg. | ½ pulg. | ¾ pulg. | 1 pulg. | 1 ½ pulg. | 2 pulg. | 3 pulg. | 6 pulg. |
| Concreto sin aire incluido | | | | | | | | |
| 1" a 2" 25 a 50 | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" 75 a 100 | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" 150 a 175 | 213 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |
| Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje. | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |

Fuente: ACI-211.

Tabla 44

Dependencia entre la relación a/c y la resistencia a compresión del concreto.

| Resistencia a la compresión a los 28 Días, Kg/cm ² (MPa) | Relación agua-material cementante en masa | |
|---|---|-------------------------------|
| | Concreto sin aire incluido | Concreto con aire incluido |
| 450 (45) | 0.38 | 0.31 |
| 400 (40) | 0.43 | 0.34 |
| 350 (35) | 0.48 | 0.40 |
| 300 (30) | 0.55 | 0.46 |
| 250 (25) | 0.62 | 0.53 |
| 200 (20) | 0.70 | 0.61 |
| 150 (15) | 0.80 | 0.72 |

Fuente: ACI-211.

Cálculo de la relación agua/cemento:

$$\frac{400 - 364}{400 - 350} = \frac{0.43 - x}{0.43 - 0.48} \quad x = 0.466$$

Cantidad de cemento:

$$\frac{a}{c} = 0.466$$

$$c = \frac{a}{0.466} = \frac{205}{0.466} = 439.91 \text{ Kg/m}^3 \sim 440 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 45

Factores de agregado grueso (b/b0).

| Tamaño máximo nominal de agregado mm (plg) | Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino. | | | |
|--|---|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 9.5 (3/8) | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 12.5 (1/2) | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 19.0 (3/4) | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 25.0 (1) | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 37.5 (1 1/2) | 0.75 | 0.73 | 0.71 | 0.69 |
| 50 (2) | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 75 (3) | 0.82 | 0.80 | 0.78 | 0.76 |
| 150 (6) | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fuente: ACI-211.

Cálculo del factor b/b_0 (volumen del agregado grueso compactado):

$$\frac{2.80 - 2.76}{2.80 - 2.60} = \frac{0.62 - x}{0.62 - 0.64} \quad x = \frac{b}{b_0} = 0.624$$

$$\text{Peso Seco del AG} = 1562 \text{ kg/m}^3 * 0.624 = 974.69 = 975 \text{ kg/m}^3$$

Cálculo del contenido de agregado fino:

Tabla 46

Peso seco de los materiales.

| Peso Seco | | | |
|------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|
| Material | Peso (kg/m ³) | | Volumen (m ³) |
| Cemento | 440 | 440/2940 | 0.14966 |
| Agua | 205 | 205/1000 | 0.20500 |
| Agregado Grueso | 975 | 975/2460 | 0.39634 |
| Agregado Fino | 563 | 0.22900*2460 | 0.22900 |
| Aire | 2% | 2/100 | 0.02000 |
| PUC | 2183 | - | 1.00000 |

$$1 - (0.14966 + 0.20500 + 0.39634 + 0.02000) = 0.22900$$

$$AF = 0.22900 * 2460 = 563.34 \approx 563 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Peso hum} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \left(1 + \frac{\%hum (AG \text{ ó } AF)}{100}\right)$$

$$\text{Peso hum (AG)} = 975 \times \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 979.88 \approx 980 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso hum (AF)} = 563 \times \left(1 + \frac{1.0}{100}\right) = 568.63 \approx 569 \text{ kg/m}^3$$

Aportes de agua:

$$\text{Aporte Agua} = \text{Peso seco (AG ó AF)} \times \frac{(\%hum - \%abs)}{100}$$

$$\text{Aporte Agua (AG)} = 975 \times \frac{(0.5 - 2.0)}{100} = -14.63 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aporte Agua AF} = 563 \times \frac{(1.0 - 2.2)}{100} = -6.76 \text{ Lt/m}^3$$

Agua efectiva:

$$Agua\ Efec = Agua\ estimada - \left(\sum Aporte\ Agua_{AG\ \acute{o}\ AF} \right)$$

$$Agua\ Efect = 205 - (-14.63 - 6.76) = 226.39 \approx 226\ L/m^3$$

Tabla 47

Peso húmedo de los materiales.

| Peso Húmedo | |
|--------------------|--------------------------------|
| Material | Peso (kg/m³) |
| Cemento | 440 |
| Agua | 226 |
| Agregado Grueso | 980 |
| Agregado Fino | 569 |
| Aire | 2% |
| PUC | 2215 |

Corrección por absorción de los agregados:

$$Peso\ SSS\ (AG\ \acute{o}\ AF) = Peso\ seco\ (AG\ \acute{o}\ AF) \times \left(1 + \frac{\%abs\ (AG\ \acute{o}\ AF)}{100} \right)$$

$$Peso\ SSS\ (AG) = 975 * \left(1 + \frac{2.0}{100} \right) = 994.5\ kg/m^3 \approx 995\ kg/m^3$$

$$Peso\ SSS\ (AF) = 563 * \left(1 + \frac{2.2}{100} \right) = 575.39\ kg/m^3 \approx 575\ kg/m^3$$

Tabla 48

Peso SSS de los materiales.

| Peso SSS | |
|-----------------|-----------------|
| Material | Material |
| Cemento | 440 |
| Agua | 205 |
| Agregado Grueso | 995 |
| Agregado Fino | 575 |
| Aire | 2.00% |
| PUC | 2215 |

- **Resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034).**

Tabla 49

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|---|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P01 | 10.17 | 81.2 | 109.2 | 137 |
| 061-TEM-P02 | 10.23 | 82.2 | 115.9 | 144 |
| 061-TEM-P03 | 10.18 | 81.4 | 110.0 | 138 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 140 |

Tabla 50

Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra a 3 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|---|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P04 | 10.19 | 81.6 | 80.5 | 101 |
| 061-TEM-P05 | 10.20 | 81.7 | 83.7 | 104 |
| 061-TEM-P06 | 10.20 | 81.7 | 80.1 | 100 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 102 |

Tabla 51

Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra a 3 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|---|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P07 | 10.21 | 81.9 | 86.6 | 108 |
| 061-TEM-P08 | 10.21 | 81.9 | 89.0 | 111 |
| 061-TEM-P09 | 10.18 | 81.4 | 92.7 | 116 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 112 |

Tabla 52

Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra a 3 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|---|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P10 | 10.22 | 82.0 | 93.1 | 116 |
| 061-TEM-P11 | 10.21 | 81.9 | 94.4 | 118 |
| 061-TEM-P12 | 10.18 | 81.4 | 94.9 | 119 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 117 |

Tabla 53

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P13 | 10.18 | 81.4 | 150.1 | 188 |
| 061-TEM-P14 | 10.22 | 82.0 | 155.4 | 193 |
| 061-TEM-P15 | 10.19 | 81.6 | 146.3 | 183 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 188 |

Tabla 54

Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra a 7 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P16 | 10.18 | 81.4 | 107.3 | 134 |
| 061-TEM-P17 | 10.20 | 81.7 | 116.8 | 146 |
| 061-TEM-P18 | 10.18 | 81.4 | 107.0 | 134 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 138 |

Tabla 55

Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra a 7 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P19 | 10.19 | 81.5 | 129.2 | 162 |
| 061-TEM-P20 | 10.21 | 81.9 | 128.1 | 160 |
| 061-TEM-P21 | 10.20 | 81.7 | 126.1 | 157 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 160 |

Tabla 56

Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra a 7 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P22 | 10.21 | 81.9 | 138.7 | 173 |
| 061-TEM-P23 | 10.21 | 81.9 | 139.3 | 173 |
| 061-TEM-P24 | 10.23 | 82.2 | 138.9 | 172 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 173 |

Tabla 57

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 14 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P25 | 10.21 | 81.9 | 190.7 | 238 |
| 061-TEM-P26 | 10.22 | 82.0 | 186.6 | 232 |
| 061-TEM-P27 | 10.22 | 82.0 | 181.9 | 226 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 232 |

Tabla 58

Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra a 14 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P28 | 10.23 | 82.2 | 156.7 | 194 |
| 061-TEM-P29 | 10.19 | 91.6 | 158.1 | 198 |
| 061-TEM-P30 | 10.23 | 82.2 | 161.6 | 200 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 198 |

Tabla 59

Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra a 14 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P31 | 10.21 | 81.9 | 158.3 | 197 |
| 061-TEM-P32 | 10.26 | 82.7 | 165.1 | 204 |
| 061-TEM-P33 | 10.18 | 81.4 | 164.3 | 206 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 202 |

Tabla 60

Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra a 14 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P34 | 10.26 | 82.7 | 170.9 | 211 |
| 061-TEM-P35 | 10.24 | 82.4 | 167.5 | 207 |
| 061-TEM-P36 | 10.20 | 81.7 | 171.4 | 214 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 211 |

Tabla 61

Resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P37 | 10.21 | 81.8 | 249.1 | 311 |
| 061-TEM-P38 | 10.19 | 81.5 | 235.8 | 295 |
| 061-TEM-P39 | 10.22 | 82.0 | 245.3 | 305 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 304 |

Tabla 62

Resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra a 28 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P40 | 10.18 | 81.3 | 223.0 | 280 |
| 061-TEM-P41 | 10.23 | 82.2 | 214.1 | 266 |
| 061-TEM-P42 | 10.17 | 81.2 | 216.2 | 272 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 272 |

Tabla 63

Resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra a 28 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P43 | 10.20 | 81.7 | 223.7 | 279 |
| 061-TEM-P44 | 10.20 | 81.7 | 221.9 | 277 |
| 061-TEM-P45 | 10.30 | 83.3 | 233.2 | 285 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 281 |

Tabla 64

Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra a 28 días de edad

| Código | Ø Promedio (cm) | Área (cm²) | Carga (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 061-TEM-P46 | 10.25 | 82.5 | 233.4 | 288 |
| 061-TEM-P47 | 10.20 | 81.7 | 238.6 | 298 |
| 061-TEM-P48 | 10.20 | 81.7 | 240.1 | 300 |
| Resistencia a la compresión promedio | | | | 295 |

- **Resistencia a la flexión del concreto (NTP 339.078).**

Tabla 65

Resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días de edad

| Código | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la flexión (kg/cm²) |
|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---|
| 061-TEM-V01 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 30.7 | 43.6 |
| 061-TEM-V02 | 15.2 | 15.2 | 49.1 | 24.2 | 34.5 |
| 061-TEM-V03 | 15.0 | 15.2 | 49.1 | 26.2 | 37.8 |
| Resistencia a la flexión promedio | | | | | 38.7 |

Tabla 66

Resistencia a la flexión del concreto con 300 g/m³ de fibra a 28 días de edad

| Código | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la flexión (kg/cm²) |
|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---|
| 061-TEM-V04 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 37.7 | 53.7 |
| 061-TEM-V05 | 15.0 | 15.4 | 49.0 | 33.8 | 47.5 |
| 061-TEM-V06 | 15.0 | 15.1 | 49.0 | 34.2 | 49.9 |
| Resistencia a la flexión promedio | | | | | 50.4 |

Tabla 67

Resistencia a la flexión del concreto con 600 g/m³ de fibra a 28 días de edad

| Código | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la flexión (kg/cm²) |
|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---|
| 061-TEM-V07 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 28.4 | 40.4 |
| 061-TEM-V08 | 15.0 | 15.2 | 49.0 | 33.4 | 48.1 |
| 061-TEM-V09 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 35.8 | 50.9 |
| Resistencia a la flexión promedio | | | | | 46.4 |

Tabla 68

Resistencia a la flexión del concreto con 900 g/m³ de fibra a 28 días de edad

| Código | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la flexión (kg/cm²) |
|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---|
| 061-TEM-V10 | 15.2 | 15.5 | 49.0 | 28.2 | 38.6 |
| 061-TEM-V11 | 15.0 | 15.2 | 49.0 | 29.3 | 42.2 |
| 061-TEM-V12 | 15.1 | 15.4 | 49.0 | 28.8 | 40.1 |
| Resistencia a la flexión promedio | | | | | 40.3 |

ANEXO N°2. Validación de instrumento por experto

Figura 9

Matriz para evaluación de experto del instrumento de recolección de datos

| MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS | | | | |
|---|---|---------|----|---------------|
| Título de la investigación: | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2023 | | | |
| Línea de investigación: | Tecnologías Emergentes | | | |
| Apellidos y nombres del experto: | Ing. Cornejo Rodríguez, Sheyla Yuliana | | | |
| El instrumento de medición pertenece a la variable: | Resistencia a la compresión y flexión del concreto | | | |
| Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio. | | | | |
| Ítems | Preguntas | Aprecia | | Observaciones |
| | | SÍ | NO | |
| 1 | ¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado? | | | |
| 2 | ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | | | |
| 3 | ¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación? | | | |
| 4 | ¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación? | | | |
| 5 | ¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio? | | | |
| 6 | ¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores? | | | |
| 7 | ¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos? | | | |
| 8 | ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio? | | | |
| 9 | ¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos? | | | |
| Sugerencias: | | | | |
| Firma del experto: | | | | |
| <hr style="width: 30%; margin: 0 auto;"/> Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez | | | | |

ANEXO N°3. Formato de guías de observación

Figura 10

Formato de guía de observación para el ensayo de resistencia a la compresión

| INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN (Variable: Resistencia a la compresión) | |
|---|---|
| 1. DATOS INFORMATIVOS | |
| 1.1. Nombres de los investigadores | |
| 1.2. Ubicación | |
| 1.3. Fecha de Observación | |
| 1.4. Hora de Investigación | |
| 1.5. N° ficha | |
| 1.6. Número de Molde | |
| 2. DATOS ESPECIFICOS | |
| 2.1. Tiempo de curado | 3 días |
| | 7 días |
| | 14 días |
| | 28 días |
| 2.2. Datos de Probeta | a) Altura (cm): |
| | b) Diámetro (cm): |
| | c) Área de contacto (cm ²): |
| | d) Carga de rotura (Kg): |
| | e) Esfuerzo (kg/cm ²): |
| 2.3. Dosis de fibra de polipropileno reciclado | 0 g/m ³ |
| | 300 g/m ³ |
| | 600 g/m ³ |
| | 900 g/m ³ |
| Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos: | |
| <hr style="width: 30%; margin: auto;"/> Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez | |

Figura 11

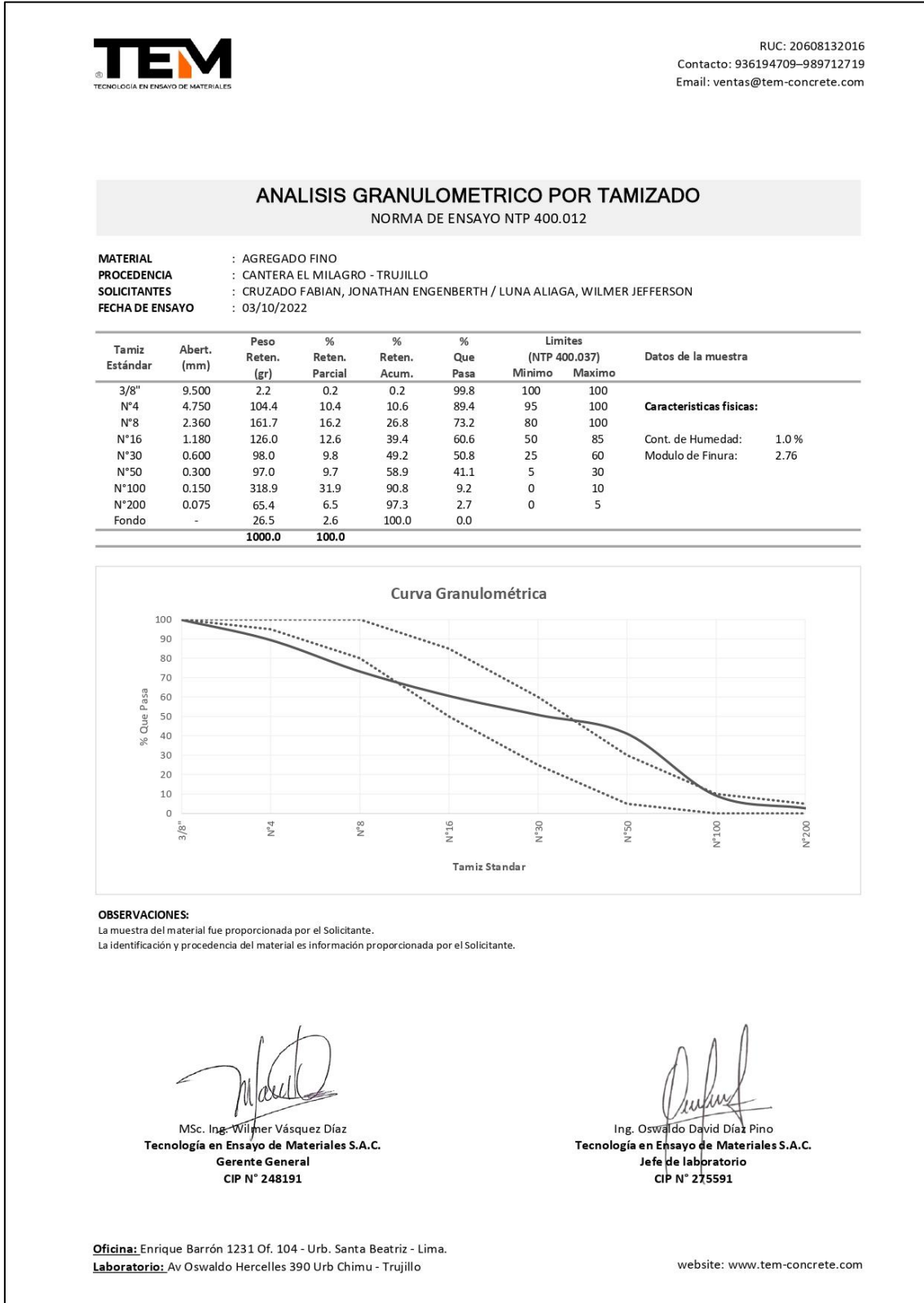
Formato de guía de observación para el ensayo de resistencia a la flexión

| INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN (Variable: Resistencia a la flexión) | |
|--|---|
| 1. DATOS INFORMATIVOS | |
| 1.1. Nombres de los investigadores | |
| 1.2. Ubicación | |
| 1.3. Fecha de Observación | |
| 1.4. Hora de Investigación | |
| 1.5. N° ficha | |
| 1.6. Número de Molde | |
| 2. DATOS ESPECIFICOS | |
| 2.1. Datos del testigo | a) Longitud entre apoyos(cm): |
| | b) Altura promedio (cm): |
| | c) Ancho promedio (cm ²): |
| | d) Carga de rotura (kg): |
| | e) Resistencia a flexión (kg/cm ²): |
| 2.2. Dosis de fibra de polipropileno reciclado | 0 g/m ³ |
| | 300 g/m ³ |
| | 600 g/m ³ |
| | 900 g/m ³ |
| Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos: | |
| <hr style="width: 30%; margin: auto;"/> Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez | |

ANEXO N°4. Certificados de los ensayos realizados en laboratorio

Figura 12


Informe de ensayo de granulometría del agregado fino



Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 13

Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado fino



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

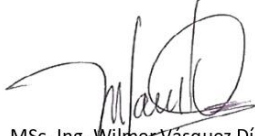
1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : CRUZADO FABIAN, JONATHAN ENGENBERTH / LUNA ALIAGA, WILMER JEFFERSON
FECHA DE ENSAYO : 03/10/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|----------------------------------|------|----------|----------|------------|
| Peso recipiente | gr | 107.2 | 107.3 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr | 1,665.1 | 1,703.8 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr | 1,651.0 | 1,688.0 | |
| Peso de muestra húmeda | gr | 1,557.9 | 1,596.5 | |
| Peso de muestra seca | gr | 1,543.8 | 1,580.7 | |
| Peso de agua | gr | 14.1 | 15.8 | |
| Contenido de humedad | % | 0.9 | 1.0 | 1.0 |

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 14

Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

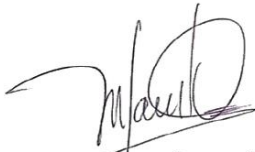
1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : CRUZADO FABIAN, JONATHAN ENGENBERTH / LUNA ALIAGA, WILMER JEFFERSON
FECHA DE ENSAYO : 03/10/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|---|--------|----------|----------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr | 448.2 | 450.0 | |
| Peso del pignómetro lleno de agua | gr | 1,443.7 | 1,443.7 | |
| Peso del pignómetro lleno de muestra y agua | gr | 1,718.4 | 1,720.4 | |
| Peso de la muestra en estado SSS | gr | 457.5 | 459.8 | |
| Peso específico base seca | gr/cm3 | 2.45 | 2.46 | 2.46 |
| Peso específico base SSS | gr/cm3 | 2.50 | 2.51 | 2.51 |
| Absorción | % | 2.1 | 2.2 | 2.2 |

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 15

Informe de ensayo de peso unitario del agregado fino



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017


1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : CRUZADO FABIAN, JONATHAN ENGENBERTH / LUNA ALIAGA, WILMER JEFFERSON
FECHA DE ENSAYO : 03/10/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|-------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 21.720 | 21.740 | 21.800 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 23.660 | 23.660 | 23.660 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.380 | 6.380 | 6.380 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 15.340 | 15.360 | 15.420 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 17.280 | 17.280 | 17.280 | |
| Volumen del recipiente | m3 | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m3 | 1,686 | 1,688 | 1,695 | 1,690 |
| Peso unitario compactado | kg/m3 | 1,899 | 1,899 | 1,899 | 1,899 |

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

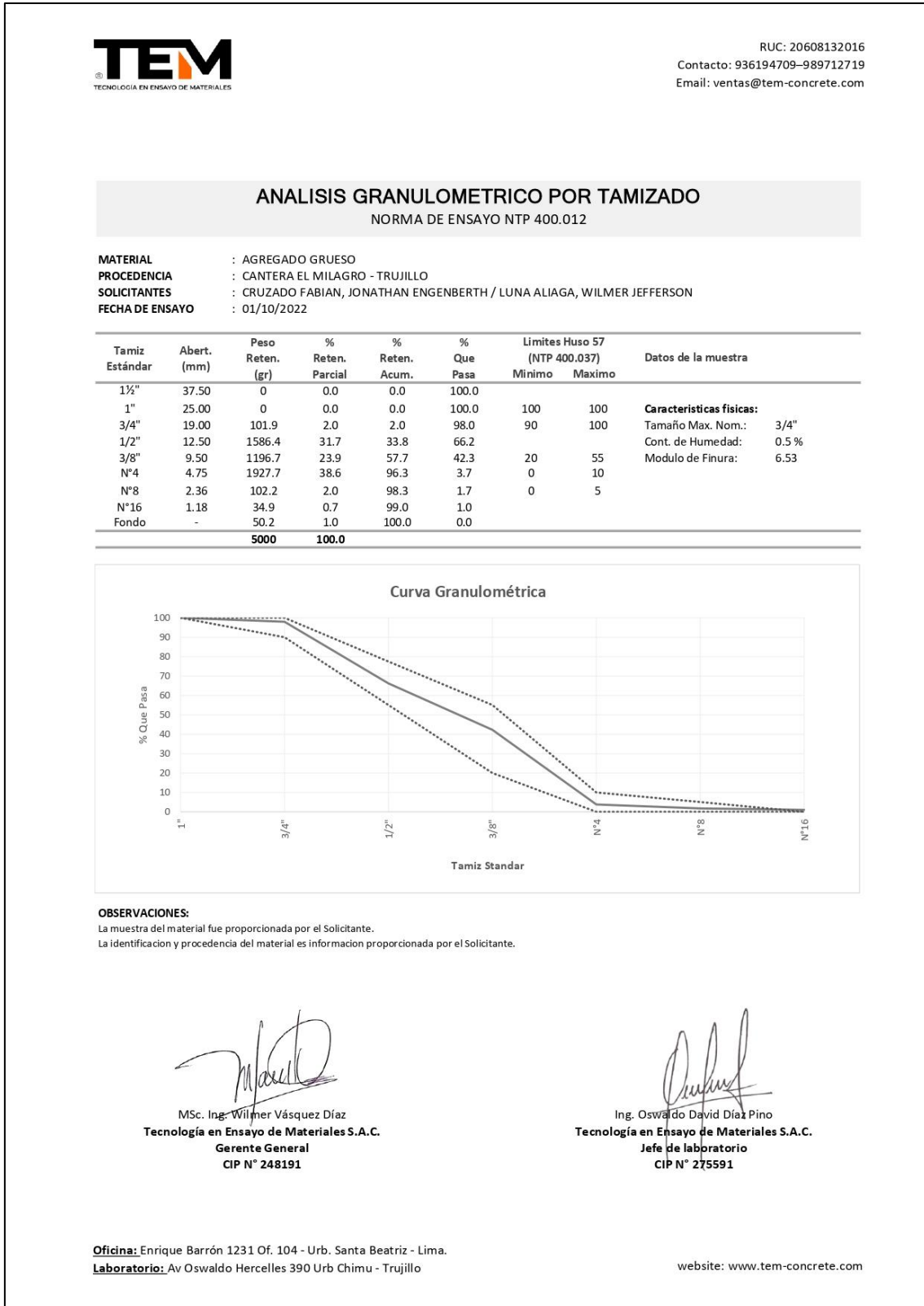
Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 16


Informe de ensayo de granulometría del agregado grueso



Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 17

Informe de ensayo de contenido de humedad del agregado grueso



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185


1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : CRUZADO FABIAN, JONATHAN ENGENBERTH / LUNA ALIAGA, WILMER JEFFERSON
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|----------------------------------|------|----------|----------|------------|
| Peso recipiente | gr | 0.0 | 0.0 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr | 3,146.5 | 3,191.5 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr | 3,130.1 | 3,176.4 | |
| Peso de muestra húmeda | gr | 3,146.5 | 3,191.5 | |
| Peso de muestra seca | gr | 3,130.1 | 3,176.4 | |
| Peso de agua | gr | 16.4 | 15.1 | |
| Contenido de humedad | % | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 18

Informe de ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

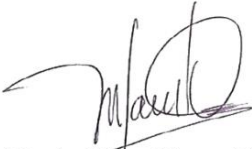
1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : CRUZADO FABIAN, JONATHAN ENGENBERTH / LUNA ALIAGA, WILMER JEFFERSON
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|--|--------|----------|----------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr | 2,002 | 2,001 | |
| Peso de la muestra en estado SSS al aire | gr | 2,041 | 2,040 | |
| Peso de la muestra saturada en agua | gr | 1,231 | 1,222 | |
| Peso específico base seca | gr/cm3 | 2.47 | 2.45 | 2.46 |
| Peso específico base SSS | gr/cm3 | 2.52 | 2.49 | 2.51 |
| Absorción | % | 2.0 | 1.9 | 2.0 |

OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 19

Informe de ensayo de peso unitario del agregado grueso



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017


1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : CRUZADO FABIAN, JONATHAN ENGENBERTH / LUNA ALIAGA, WILMER JEFFERSON
FECHA DE ENSAYO : 01/10/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|-------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 18.720 | 18.720 | 18.800 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 20.540 | 20.600 | 20.640 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.380 | 6.380 | 6.380 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 12.340 | 12.340 | 12.420 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 14.160 | 14.220 | 14.260 | |
| Volumen del recipiente | m3 | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m3 | 1,356 | 1,356 | 1,365 | 1,359 |
| Peso unitario compactado | kg/m3 | 1,556 | 1,563 | 1,567 | 1,562 |

OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Cruzado, J.; Luna, W.

94

Figura 20

Informe de ensayos del concreto en estado fresco



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

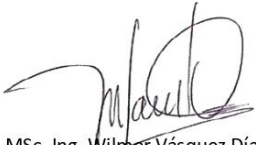
REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

1. INFORMACION GENERAL

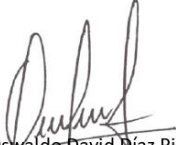
SOLICITANTES : CRUZADO FABIAN, JONATHAN ENGENBERTH / LUNA ALIAGA, WILMER JEFFERSON
PROYECTO : IMPACTO DEL USO DE FIBRA DE POLIPROPILENO RECICLADO EN LA FLEXIÓN Y COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO EN TRUJILLO 2022

2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

| Descripción | Fecha | Temperatura (°C) | Asentamiento (in) | P.U.C. (kg/m ³) |
|--|------------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Concreto Patrón | 18/10/2022 | 20.0 | 4.50 | 2,411 |
| Concreto con 300g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado | 18/10/2022 | 20.5 | 4.00 | 2,404 |
| Concreto con 600g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado | 19/10/2022 | 20.0 | 3.75 | 2,400 |
| Concreto con 900g/m ³ de fibra de polipropileno reciclado | 19/10/2022 | 20.5 | 3.25 | 2,180 |



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 21

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 846-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Muestra : | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 21-10-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P01 | 3 | 10.17 | 81.2 | 109.2 | 13.4 | 137 | 5 |
| 061-TEM-P02 | 3 | 10.23 | 82.2 | 115.9 | 14.1 | 144 | 5 |
| 061-TEM-P03 | 3 | 10.18 | 81.4 | 110.0 | 13.5 | 138 | 5 |
| Promedio | | | | | 13.7 | 140 | |


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 22

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 3 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 847-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|----------------------------------|---|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 |
| Muestra : | Concreto con 300g/m ³ de fibra |
| f'c (kg/cm²) : | 280 |

| | |
|---------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Fecha de Ensayo: | 21-10-22 |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P04 | 3 | 10.19 | 81.6 | 80.5 | 9.9 | 101 | 2 |
| 061-TEM-P05 | 3 | 10.20 | 81.7 | 83.7 | 10.2 | 104 | 2 |
| 061-TEM-P06 | 3 | 10.20 | 81.7 | 80.1 | 9.8 | 100 | 2 |
| Promedio | | | | | 10.0 | 102 | |


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 23

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 3 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 848-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 600g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 22-10-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P07 | 3 | 10.21 | 81.9 | 86.6 | 10.6 | 108 | 5 |
| 061-TEM-P08 | 3 | 10.21 | 81.9 | 89.0 | 10.9 | 111 | 5 |
| 061-TEM-P09 | 3 | 10.18 | 81.4 | 92.7 | 11.4 | 116 | 5 |
| Promedio | | | | | 10.9 | 112 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 24

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 3 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 849-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 900g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 22-10-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P10 | 3 | 10.22 | 82.0 | 93.1 | 11.3 | 116 | 2 |
| 061-TEM-P11 | 3 | 10.21 | 81.9 | 94.4 | 11.5 | 118 | 2 |
| 061-TEM-P12 | 3 | 10.18 | 81.4 | 94.9 | 11.7 | 119 | 2 |
| Promedio | | | | | 11.5 | 117 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 25

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 850-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Muestra : | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 25-10-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P13 | 7 | 10.18 | 81.4 | 150.1 | 18.4 | 188 | 5 |
| 061-TEM-P14 | 7 | 10.22 | 82.0 | 155.4 | 18.9 | 193 | 5 |
| 061-TEM-P15 | 7 | 10.19 | 81.6 | 146.3 | 17.9 | 183 | 5 |
| Promedio | | | | | 18.4 | 188 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 26

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 7 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 851-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 300g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 25-10-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P16 | 7 | 10.18 | 81.4 | 107.3 | 13.2 | 134 | 5 |
| 061-TEM-P17 | 7 | 10.20 | 81.7 | 116.8 | 14.3 | 146 | 5 |
| 061-TEM-P18 | 7 | 10.18 | 81.4 | 107.0 | 13.1 | 134 | 5 |
| Promedio | | | | | 13.5 | 138 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 27

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 7 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 852-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 600g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 26-10-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P19 | 7 | 10.19 | 81.5 | 129.2 | 15.9 | 162 | 2 |
| 061-TEM-P20 | 7 | 10.21 | 81.9 | 128.1 | 15.6 | 160 | 5 |
| 061-TEM-P21 | 7 | 10.20 | 81.7 | 126.1 | 15.4 | 157 | 5 |
| Promedio | | | | | 15.6 | 160 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 28

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 7 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 853-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 900g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 26-10-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P22 | 7 | 10.21 | 81.9 | 138.7 | 16.9 | 173 | 5 |
| 061-TEM-P23 | 7 | 10.21 | 81.9 | 139.3 | 17.0 | 173 | 2 |
| 061-TEM-P24 | 7 | 10.23 | 82.2 | 138.9 | 16.9 | 172 | 2 |
| Promedio | | | | | 17.0 | 173 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 29

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 14 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 854-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Muestra : | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 01-11-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P25 | 14 | 10.21 | 81.9 | 190.7 | 23.3 | 238 | 5 |
| 061-TEM-P26 | 14 | 10.22 | 82.0 | 186.6 | 22.7 | 232 | 5 |
| 061-TEM-P27 | 14 | 10.22 | 82.0 | 181.9 | 22.2 | 226 | 5 |
| Promedio | | | | | 22.7 | 232 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

** Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual*



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 30

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 14 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 855-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|----------------------------------|---|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 |
| Muestra : | Concreto con 300g/m ³ de fibra |
| f'c (kg/cm²) : | 280 |

| | |
|---------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Fecha de Ensayo: | 01-11-22 |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P28 | 14 | 10.23 | 82.2 | 156.7 | 19.1 | 194 | 2 |
| 061-TEM-P29 | 14 | 10.19 | 81.6 | 158.1 | 19.4 | 198 | 5 |
| 061-TEM-P30 | 14 | 10.23 | 82.2 | 161.6 | 19.7 | 200 | 5 |
| Promedio | | | | | 19.4 | 198 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 31

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 14 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 856-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 600g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 02-11-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P31 | 14 | 10.21 | 81.9 | 158.3 | 19.3 | 197 | 5 |
| 061-TEM-P32 | 14 | 10.26 | 82.7 | 165.1 | 20.0 | 204 | 5 |
| 061-TEM-P33 | 14 | 10.18 | 81.4 | 164.3 | 20.2 | 206 | 2 |
| Promedio | | | | | 19.8 | 202 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 32

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 14 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 857-22-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 02-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 900g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 02-11-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P34 | 14 | 10.26 | 82.7 | 170.9 | 20.7 | 211 | 2 |
| 061-TEM-P35 | 14 | 10.24 | 82.4 | 167.5 | 20.3 | 207 | 2 |
| 061-TEM-P36 | 14 | 10.20 | 81.7 | 171.4 | 21.0 | 214 | 5 |
| Promedio | | | | | 20.7 | 211 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 33

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1031-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|--|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 24-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Muestra : | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 15-11-22 |
| f_c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P37 | 28 | 10.21 | 81.8 | 249.1 | 30.5 | 311 | 2 |
| 061-TEM-P38 | 28 | 10.19 | 81.5 | 235.8 | 28.9 | 295 | 2 |
| 061-TEM-P39 | 28 | 10.22 | 82.0 | 245.3 | 29.9 | 305 | 2 |
| Promedio | | | | | 29.8 | 304 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 34

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 300 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1032-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|--|---|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 |
| Muestra : | Concreto con 300g/m3 de fibra |
| f_c (kg/cm²) : | 280 |

| | |
|---------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 24-11-22 |
| Fecha de Moldeado: | 18-10-22 |
| Fecha de Ensayo: | 15-11-22 |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P40 | 28 | 10.18 | 81.3 | 223.0 | 27.4 | 280 | 2 |
| 061-TEM-P41 | 28 | 10.23 | 82.2 | 214.1 | 26.0 | 266 | 2 |
| 061-TEM-P42 | 28 | 10.17 | 81.2 | 216.2 | 26.6 | 272 | 2 |
| | | | | Promedio | 26.7 | 272 | |


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. **Wilmer Vásquez Díaz**
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. **Oswaldo David Díaz Pino**
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 35

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 600 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1033-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|--|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 24-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 600g/m3 de fibra | Fecha de Ensayo: | 16-11-22 |
| f_c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P43 | 28 | 10.20 | 81.7 | 223.7 | 27.4 | 279 | 2 |
| 061-TEM-P44 | 28 | 10.20 | 81.7 | 221.9 | 27.2 | 277 | 2 |
| 061-TEM-P45 | 28 | 10.30 | 83.3 | 233.2 | 28.0 | 285 | 2 |
| | | | | Promedio | 27.5 | 281 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 36

Informe de ensayo de resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1034-22-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|--|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 24-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeado: | 19-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 900g/m3 de fibra | Fecha de Ensayo: | 16-11-22 |
| f_c (kg/cm²) : | 280 | | |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 061-TEM-P46 | 28 | 10.25 | 82.5 | 233.4 | 28.3 | 288 | 2 |
| 061-TEM-P47 | 28 | 10.20 | 81.7 | 238.6 | 29.2 | 298 | 2 |
| 061-TEM-P48 | 28 | 10.20 | 81.7 | 240.1 | 29.4 | 300 | 2 |
| | | | | Promedio | 29.0 | 295 | |


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 37

Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1035-22-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


| | | | |
|----------------------------------|---|--------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 24-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeo: | 18-10-22 |
| Muestra : | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 15-11-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Flexión (MPa) | Resistencia a la Flexión (kg/cm ²) | Ubicación de la Falla |
|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------|
| 061-TEM-V01 | 28 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 30.7 | 4.3 | 43.6 | Tercio central |
| 061-TEM-V02 | 28 | 15.2 | 15.2 | 49.1 | 24.2 | 3.4 | 34.5 | Tercio central |
| 061-TEM-V03 | 28 | 15.0 | 15.2 | 49.1 | 26.2 | 3.7 | 37.8 | Tercio central |
| Promedio | | | | | | 3.8 | 38.7 | |

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 38

Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con 300 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1036-22-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

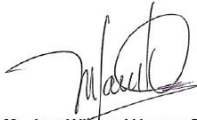
| | | | |
|----------------------------------|---|--------------------------|----------|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson | Fecha de Emisión: | 24-11-22 |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 | Fecha de Moldeo: | 18-10-22 |
| Muestra : | Concreto con 300g/m ³ de fibra | Fecha de Ensayo: | 15-11-22 |
| f'c (kg/cm²) : | 280 | | |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Flexión (MPa) | Resistencia a la Flexión (kg/cm ²) | Ubicación de la Falla |
|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------|
| 061-TEM-V04 | 28 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 37.7 | 5.3 | 53.7 | Tercio central |
| 061-TEM-V05 | 28 | 15.0 | 15.4 | 49.0 | 33.8 | 4.7 | 47.5 | Tercio central |
| 061-TEM-V06 | 28 | 15.0 | 15.1 | 49.0 | 34.2 | 4.9 | 49.9 | Tercio central |
| Promedio | | | | | | 4.9 | 50.4 | |

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 39

Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con 600 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 195-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|----------------------------------|---|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 |
| Muestra : | Concreto con 600g/m ³ de fibra |
| f'c (kg/cm²) : | 280 |


| | |
|--------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 04-02-23 |
| Fecha de Moldeo: | 22-11-22 |
| Fecha de Ensayo: | 20-12-22 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Flexión (MPa) | Resistencia a la Flexión (kg/cm ²) | Ubicación de la Falla |
|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------|
| 061-TEM-V07 | 28 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 28.4 | 4.0 | 40.4 | Tercio central |
| 061-TEM-V08 | 28 | 15.0 | 15.2 | 49.0 | 33.4 | 4.7 | 48.1 | Tercio central |
| 061-TEM-V09 | 28 | 15.0 | 15.3 | 49.0 | 35.8 | 5.0 | 50.9 | Tercio central |
| Promedio | | | | | | 4.6 | 46.4 | |

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 40

Informe de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con 900 g/m³ de fibra de polipropileno reciclado, a 28 días de edad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 196-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|----------------------------------|---|
| Cliente : | Cruzado Fabian Jonathan Engenberth Luna Aliaga Wilmer Jefferson |
| Proyecto : | Impacto del uso de fibra de polipropileno reciclado en la flexión y compresión del concreto para un pavimento rígido en Trujillo 2022 |
| Muestra : | Concreto con 900g/m ³ de fibra |
| f'c (kg/cm²) : | 280 |


| | |
|--------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 04-02-23 |
| Fecha de Moldeo: | 22-11-22 |
| Fecha de Ensayo: | 20-12-22 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Flexión (MPa) | Resistencia a la Flexión (kg/cm ²) | Ubicación de la Falla |
|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------|
| 061-TEM-V10 | 28 | 15.2 | 15.5 | 49.0 | 28.2 | 3.8 | 38.6 | Tercio central |
| 061-TEM-V11 | 28 | 15.0 | 15.2 | 49.0 | 29.3 | 4.1 | 42.2 | Tercio central |
| 061-TEM-V12 | 28 | 15.1 | 15.4 | 49.0 | 28.8 | 3.9 | 40.1 | Tercio central |
| Promedio | | | | | | 4.0 | 40.3 | |

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

ANEXO N°5. Fichas técnicas

Figura 41

Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo Ico, página 1/2

CEMENTO EXTRA FORTE

GARANTÍA Y CALIDAD



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland compuesto tipo ICo. Óptimo desarrollo de resistencias y excelente trabajabilidad, diseñado para todo tipo de usos.



USOS

Producto versátil, con muchas posibilidades de aplicación:

- Ideal para la ejecución de obras estructurales.
- Elementos de concreto que no requieran características especiales.
- Reparaciones, remodelaciones y diversas aplicaciones domésticas.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano tamaño.

ATRIBUTOS

Trabajabilidad

- Su excelente trabajabilidad permite una colocación y compactación adecuada, minimizando la segregación y pérdida de material.
- Fragua óptima que garantiza el correcto vaciado del concreto.

Resistencia

- Diseñado con adiciones minerales que otorgan resistencias químicas para uso general.
- Diseño supera los requisitos de la NTP 334.090

RECOMENDACIONES

-  Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.
-  Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.
-  Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.
-  A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

FRAGUADO INICIAL Y FINAL

| | | |
|------------------|-----|------------------------|
| Fraguado Final | 252 | Requisito máximo = 420 |
| Fraguado Inicial | 127 | Requisito máximo = 45 |

Tiempo de fraguado (min)

■ Resultado Promedio
■ Requisito NTP334.090 / ASTM C595

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

| | | |
|-----------|------|------|
| A 3 días | 1890 | 3150 |
| A 7 días | 2900 | 4200 |
| A 28 días | 3620 | 5400 |

Resistencia a la compresión (PSI)

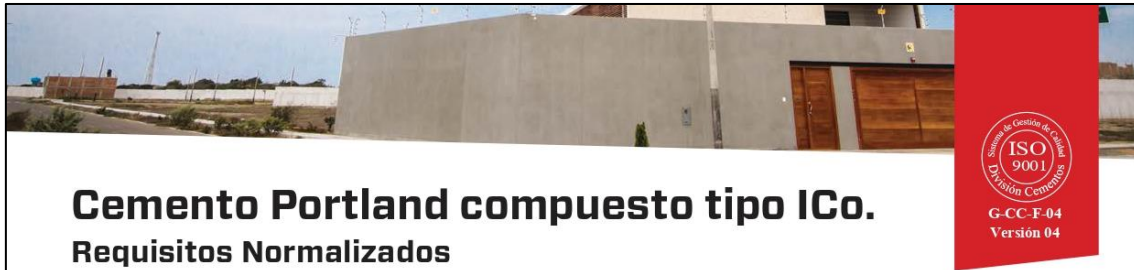
■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C595



Fuente: Pacasmayo (2019).

Figura 42

Ficha técnica cemento Pacasmayo Tipo Ico, página 2/2



Cemento Portland compuesto tipo ICo.

Requisitos Normalizados

NTP 334.090 / Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas


| QUÍMICOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAYOS |
|---------------------|----------------|----------------------|
| MgO (%) | 6.0 máx. | 2.2 |
| SO ₃ (%) | 4.0 máx. | 2.3 |

Propiedades Físicas


| REQUISITOS | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO DE ENSAYOS |
|--|----------------|----------------------|
| Contenido de aire del mortero (Volumen %) | 12 máx. | 5 |
| Superficie específica (cm ² /g) | A | 5920 |
| Retenido M325 (%) | A | 1.7 |
| Expansión en autoclave (%) | 0.80 máx. | 0.07 |
| Contracción en autoclave (%) | 0.20 máx. | 0.00 |
| Densidad (g/mL) | A | 2.94 |
| Resistencia a la compresión min. (MPa) | | |
| 1 día | A | 9.8 |
| 3 días | 13.0 | 22.1 |
| 7 días | 20.0 | 29.7 |
| 28 días | 25.0 | 37.9 |
| Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat | | |
| Inicial, no menor que: | 45 | 123 |
| Final, no mayor que: | 420 | 252 |

A No especifica.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

Pacasmayo

Fuente: Pacasmayo (2019).

Figura 43

Ficha técnica de las mascarillas quirúrgicas.





MD3PLY

MASCARILLA DESCARTABLE DE 3 PLEGUES CON SUJETADOR DE ELÁSTICO Y CLIP NASAL
DISEÑO ANATOMICO.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| | |
|--|--|
| Protección | Protección de Partículas del ambiente y aerosoles. |
| Comodidad | Forro con material agradable a la piel, clip nasal ajustable |
| Material | Las láminas externas e internas están desarrolladas de tela no tejida de polipropileno, la lamina filtrante está desarrollada con microfibras fundidas de polipropileno tratadas electrostáticamente para mayor filtración. Bandas elásticas y clip nasal. |
| Diseño | 3 Pliegues, Ultra liviano y ergonómico |
| Dimensiones | 17.5 x 9.5 cm (+- 0.5 cm) |
| Nota | 1. No debe usarse en atmósferas que contengan menos del 19,5% de oxígeno. 2. El no utilizar este producto de forma adecuada podría causar lesiones o muerte. |
| Certificaciones y Cumplimiento de normas | Aprobado por FDA EN149:2001+A1:2009 GB/T 32610-2016 (Standard China) |

DISPOSICIÓN FINAL

Las mascarillas descartables se pueden segregar como residuo peligroso, dependiendo de las características del proceso en el que fue utilizado y el tipo de contaminación que presenten al término de su vida útil.

ALMACENAMIENTO

Se recomienda almacenar en lugares que no estén expuestos a la luz solar, mantener en su bolsa y libre de exposición a riesgos químicos, físicos (humedad, polvo, cambios bruscos de temperatura y altas o bajas temperaturas) y biológicos.

GARANTÍA

Garantía de 06 meses por fallas de fabricación

WWW.WARDIA.COM.PE

Fuente: Sespro (2020).

ANEXO N°6. Certificados de calibración de equipos

Figura 44

Certificado de calibración de prensa hidráulica, página 1/3






|  Arsou Group Laboratorio de Metrología | | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-026-2022 | Página 1 de 3 |
|---|---|---|---------------|
| Fecha de emisión | 2022/04/08 | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p> | |
| Solicitante | TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C. | | |
| Dirección | CAL. ENRIQUE BARRON NRO. 1231 DPTO. 104 URB. SANTA BEATRIZ LIMA - LIMA - LIMA | | |
| Instrumento de medición | PRESA HIDRAULICA PARA CONCRETO | | |
| Identificación | NO INDICA | | |
| Marca | A&A INSTRUMENTS | | |
| Modelo | STYE-2000 | | |
| Serie | 210406 | | |
| Capacidad | 2000 kN | | |
| Indicador | A & A INSTRUMENTS | | |
| Serie | NO INDICA | | |
| Bomba | ELECTRICA | | |
| Procedencia | CHINA | | |
| Ubicación | LABORATORIO DE CONCRETO | | |
| Lugar de calibración | AV. OSWALDO HERCELLES N° 390 - URB. CHIMÚ - TRUJILLO | | |
| Fecha de calibración | 2022/04/06 | | |
| Método/Procedimiento de calibración | El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas. | | |
| ARSOU GROUP S.A.C. Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437 ventas@arsougroup.com www.arsougroup.com | |    ARSOU GROUP S.A.C Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica METROLOGIA | |

Figura 45

Certificado de calibración de prensa hidráulica, página 2/3



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-026-2022

Página 2 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de PUCP | Celda de Carga de 100 t | INF-LE N° 175-21 |

Condiciones ambientales durante la calibración


Temperatura Ambiental Inicial: 22,2 °C Final: 21,8 °C
 Humedad Relativa Inicial: 53 %hr Final: 53 %hr


Resultados

| TABLA N° 01 | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--------------|---------|-------------|-----------------|------------|-------------|
| CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO | | | | | | | |
| SISTEMA DIGITAL "A" kN | SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN) | | | | PROMEDIO "B" kN | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
| | SERIE (1) kN | SERIE (2) kN | ERROR % | ERROR (2) % | | | |
| 100 | 99,9 | 99,8 | -0,10 | -0,2 | 99,9 | -0,15 | 0,07 |
| 200 | 199,8 | 199,2 | -0,10 | -0,40 | 199,5 | -0,25 | 0,21 |
| 300 | 298,6 | 299,2 | -0,47 | -0,27 | 298,9 | -0,37 | 0,14 |
| 400 | 398,9 | 398,4 | -0,28 | -0,4 | 398,7 | -0,34 | 0,09 |
| 500 | 497,5 | 497,9 | -0,50 | -0,42 | 497,7 | -0,46 | 0,06 |
| 600 | 598,9 | 597,5 | -0,18 | -0,42 | 598,2 | -0,30 | 0,17 |
| 700 | 695,9 | 696,1 | -0,59 | -0,56 | 696,0 | -0,57 | 0,02 |
| 800 | 795,9 | 794,9 | -0,51 | -0,64 | 795,4 | -0,58 | 0,09 |

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %





ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

Figura 46

Certificado de calibración de prensa hidráulica, página 3/3

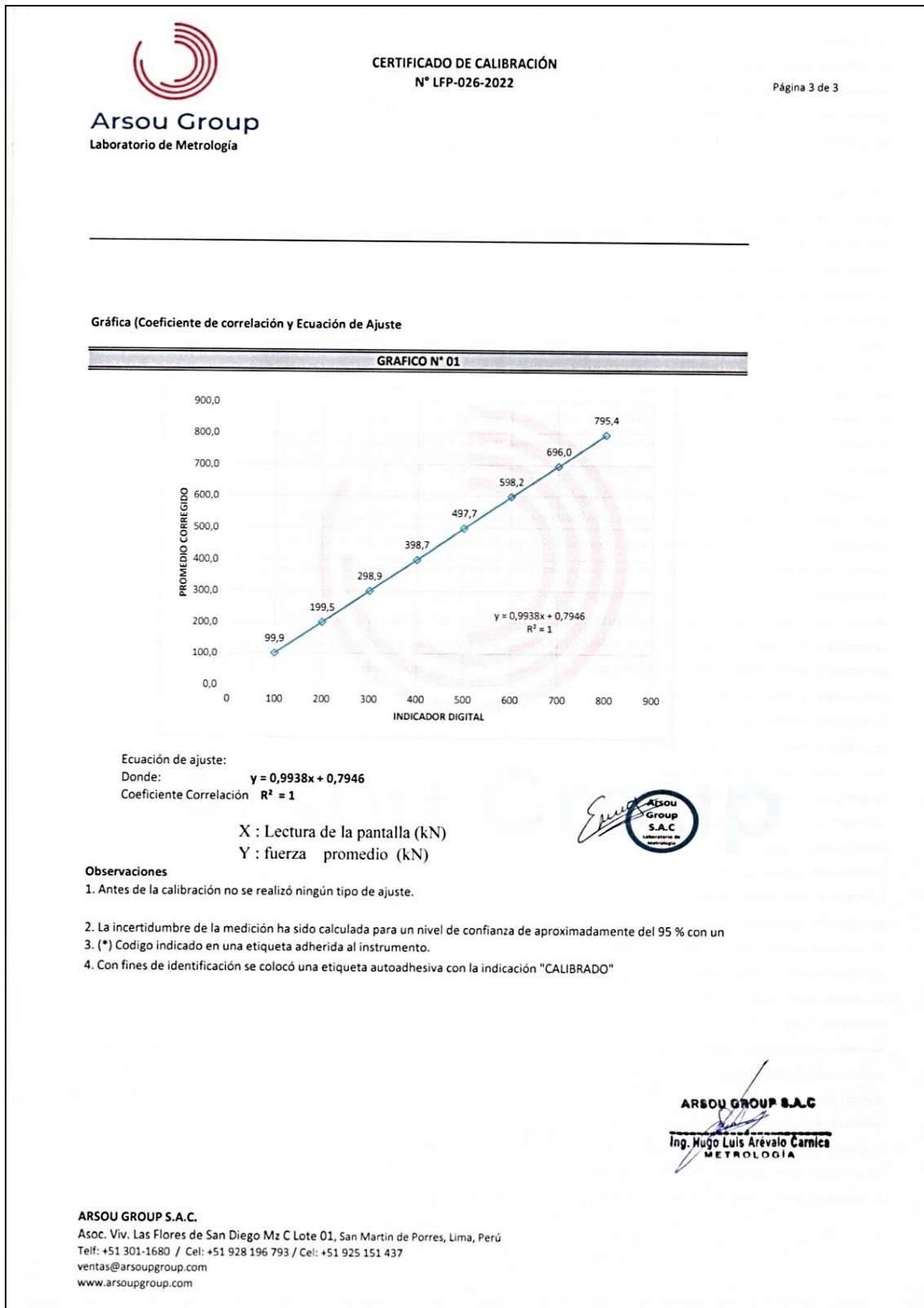

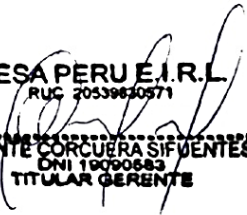




Figura 47

Certificado de calibración de la balanza

| | | |
|---|--|---|
|  | PESA PERU ESPECIALISTAS EN BALANZAS | RUC: 20539830571 |
| <h1>PESA PERU E.I.R.L.</h1> <h2>INFORME DE CALIBRACION Nro. B0914-2022</h2> <h3>TRAZABILIDAD SEGÚN PESAS PATRONES NACIONALES CLASE M2</h3> <h3>CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LAS PESAS M2 0101-MPES-C-2022</h3> | | |
| Fecha de emisión 17 de agosto 2022 | | |
| 1. Solicitante | : TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C | |
| 2. Dirección | : AV OSWALDO HERSELLES 390 TRUJILLO LA LIBERTAD | |
| 3. Instrumento Calibrado | : BALANZA | |
| • Calibración | : Automática | |
| • Marca / Fabrica | : PRECISA | |
| • Modelo | : LP7516 | |
| • Número de Serie | : 03820019010 | |
| • Procedencia | : No Indica | |
| • Tipo | : Electrónico | |
| • Identificación | : No Indica | |
| • Capacidad Máxima | : 150kg | |
| • División de Verificación | : 20g. | |
| • Clase de Exactitud | : III | |
| 4. Lugar de Calibración | : Instalaciones de PESA PERU E.I.R.L. | |
| 5. Fecha de Calibración | : 17 de agosto 2022 | |
| 6. Método de Calibración | La Calibración se efectuó según el PC-008 "Procedimiento para la calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático clase III y clase IV" del SNM-INDECOPI. | |
| 7. Trazabilidad | Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del SNM-INDECOPI. Se utilizaron pesas patrones de códigos: Grupo N° 2 con certificado de calibración NRO M2 0101-MPES-C-2022. | |
|  PESA PERU E.I.R.L. RUC 20539830571 VICENTE CORCUERA SIFUENTES DNI 10090683 TITULAR GERENTE | | |
|  ventas@balanzaspesaperu.com | |  976455072 |

ANEXO N°7. Evidencia fotográfica

Figura 48

Adquisición de materiales



Figura 49

Cuarteo y ensayo de peso unitario del agregado fino.



Figura 50

Ensayo de contenido de humedad de los agregados



Figura 51

Preparación de las mezclas de concreto adicionando fibra de polipropileno reciclado



Figura 52

Elaboración de testigos cilíndricos de concreto con diferentes dosis de fibra de polipropileno.



Figura 53

Medición de las dimensiones de los testigos cilíndricos.



Figura 54

Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos



Figura 55

Identificación del tipo de falla en muestras cilíndricas



Figura 56

Elaboración de las vigas de concreto con adición de fibra de polipropileno reciclado



Figura 57

Medición de vigas para el ensayo a flexión del concreto.



Figura 58

Ensayo de flexión del concreto, con carga aplicada en los tercios del tramo de la viga.



Figura 59

Falla en el tercio central de las vigas ensayadas.

