

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS:**

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON FIBRAS SINTÉTICAS PARA REPARAR PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA TÉCNICA WHITETOPPING, EN AVENIDA CENTRAL SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA.

**PRESENTADO POR:**

Bach. Cristóbal Aguirre, Gisela Yovana.

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas Tecnologías y Procesos

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

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**



## **Asesores**

Dr. Abel Muñiz Paucarmayta

Ing. Luis Fabián Brañez

## **DEDICATORIA**

A mi madre en el cielo, por su apoyo incondicional para lograr cada una de mis metas y a mi adorado hijo por ser mi mayor motivación para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A dios por darme salud, cuidar a toda mi familia y guiarme el camino todos los días de mi vida.

A mi madre en el cielo y hermanos por su amor, paciencia, comprensión, consejos, protección y apoyo incondicional para ser una persona de bien y poder lograr una profesional.

A hijo por ser el motor y motivo para ser cada día mejor.

A los Ingenieros por su poyo durante la vida universitaria y en el desarrollo de esta tesis.

A la universidad Peruana los Andes, por la formación profesional en valores brindada a través de los docentes.

## **HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO**

---

**Dr. Rubén Darío Tapia Silguera**

**Presidente**

---

**Mg. Alejandro Benjamín García Ortiz**

**Jurado**

---

**Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza**

**Jurado**

---

**Ing. Rando Porras Olarte**

**Jurado**

---

**Mg. Leonel Untiveros Peñaloza**

**Secretario docente**

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>17</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema.	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema General	18
1.2.2. Problemas Específicos	18
1.3. Justificación	19
1.3.1. Práctica o Social.	19
1.3.2. Metodológica	19
1.3.3. Teórico o científico	20
1.4. Delimitaciones	20
1.4.1. Delimitación espacial.	20
1.4.2. Delimitación temporal.	21
1.4.3. Delimitación económica.	21
1.5. Limitaciones.	21
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo General	21
1.6.2. Objetivos Específicos	21
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>23</b>
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes Nacionales	23
2.1.2. Antecedentes Internacionales	25
2.2. Marco conceptual / Base teórica	28
2.2.1. Withetopping.	28

2.2.2. Fibra sintética.	31
2.3. Definición de términos.	37
2.4. Hipótesis	38
2.4.1. Hipótesis General	38
2.4.2. Hipótesis Específicas	38
- 2.5. Variables	39
2.5.1. Definición conceptual de la variable	39
2.5.2. Definición operacional de la variable	39
2.5.3. Operacionalización de la variable	40
<b>CAPITULO III</b>	<b>41</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>41</b>
3.1. Método de Investigación	41
3.2. Tipo de Investigación	41
3.3. Nivel de Investigación	41
3.4. Diseño de la Investigación	42
3.5. Población y muestra	42
3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	42
3.7. Procesamiento de la información.	42
3.8. Técnicas y análisis de datos.	43
<b>CAPITULO IV</b>	<b>44</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>44</b>
4.1 Descripción de la zona de trabajo	44
4.1.1. Ubicación	44
4.2. Estudios previos.	44
4.2.1. Estudios de laboratorio.	44
4.3. Análisis de resultados	45
4.4. Resultados	62
4.4.1 Evaluación de la resistencia a corte del concreto mediante la adición de fibras sintéticas	62
4.4.2. Cuantificar la resistencia a la flexión del concreto mediante la adición de fibras sintéticas	68
4.4.3. Análisis del módulo de elasticidad del concreto mediante la adición de fibras sintéticas	72

<b>CAPITULO V</b>	<b>74</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADO</b>	<b>74</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>82</b>
<i>Anexos 1: Matriz de consistencia.</i>	83
<i>Anexos 2: ubicación satelital del lugar de estudio Av. Central. San juan de Lurigancho.</i>	85
<i>Anexos 3. Hoja de validación de datos 01</i>	86
<i>Anexos 4. Hoja de validación de datos 02</i>	87
<i>Anexos 5. Hoja de validación de datos</i>	87
<i>Anexos 5. Hoja de validación de datos</i>	88
<i>Anexos 6. Ensayos para el agregado grueso – Granulometría.</i>	89
<i>Anexos 7. Ensayos para el agregado grueso – Contenido de humedad.</i>	90
<i>Anexos 8. Ensayos para el agregado grueso – Peso unitario y vacío.</i>	91
<i>Anexos 9. Ensayos para el agregado grueso – Peso específico y absorción.</i>	92
<i>Anexos 10. Ensayos para el agregado fino – Granulometría.</i>	93
<i>Anexos 11. Ensayos para el agregado fino – Determinación de contenido de Humedad.</i>	94
<i>Anexos 12. Ensayos para el agregado fino – Determinación del porcentaje pasante del tamiz N°200.</i>	95
	95
<i>Anexos 13. Ensayos para el agregado fino – Peso unitario y vacío.</i>	96
<i>Anexos 14. Ensayos para el agregado fino – Gravedad específica y absorción.</i>	97
<i>Anexos 15. Diseño de mezcla del concreto.</i>	98
<i>Anexos 16. Ensayo de compresión - diseño de mezcla sin fibra al natural.</i>	99
<i>Anexos 17. Ensayo de compresión - Diseño de mezcla + 4% de fibra.</i>	100
<i>Anexos 18. Ensayo de compresión - Diseño de mezcla + 7% de fibra.</i>	101
<i>Anexos 19. Ensayo de tracción diametral - Diseño de mezcla sin fibra al natural.</i>	102
<i>Anexos 20. Ensayo de tracción diametral - Diseño de mezcla + 4% de fibra.</i>	103
<i>Anexos 21. Ensayo de tracción diametral - Diseño de mezcla + 7% de fibra.</i>	104
<i>Anexos 22. Ensayo de flexión - diseño de mezcla sin fibra al natural.</i>	105

Anexos 23. <i>Ensayo de flexión - Diseño de mezcla + 4% de fibra.</i>	106
Anexos 24. <i>Ensayo de flexión - Diseño de mezcla + 7% de fibra.</i>	107
Anexos 25. <i>Constantes Elásticos - Diseño de mezcla sin fibra al natural.</i>	108
Anexos 26. <i>Constantes Elásticos - Diseño de mezcla + 4% de fibra.</i>	109
Anexos 27. <i>Constantes Elásticos - Diseño de mezcla + 7% de fibra.</i>	110
Anexos 28. <i>Ficha técnica de la fibra sintética "SIKAFIBER".</i>	111
Anexos 29. <i>Panel Fotográfico.</i>	113

## INDICE DE TABLA

<i>Tabla 1. Información de la fibra sintética SikaFiber® PE.</i>	32
<i>Tabla 2. Ficha técnica de la fibra sintética SikaFiber® PE.</i>	32
<i>Tabla 3. Operacionalización de las variables.</i>	40
<i>Tabla 4. Contenido de humedad de agregado fino.</i>	45
<i>Tabla 5. Contenido de humedad de agregado grueso.</i>	46
<i>Tabla 6. Resultado de peso específico y absorción del agregado grueso.</i>	47
<i>Tabla 7. Resultado de peso específico y absorción de agregado fino.</i>	48
<i>Tabla 8. Peso unitario suelto del agregado grueso.</i>	49
<i>Tabla 9. Peso unitario varillado del agregado grueso.</i>	49
<i>Tabla 10. Peso unitario suelto del agregado fino. Fuente. propia realización.</i>	50
<i>Tabla 11. Peso unitario varillado del agregado fino.</i>	50
<i>Tabla 12. Resumen de peso unitario y vacío de los agregados grueso y fino.</i>	51
<i>Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado grueso.</i>	52
<i>Tabla 14. Análisis granulométrico del agregado fino.</i>	54
<i>Tabla 15. Ficha técnica de fibra polipropileno.</i>	58
<i>Tabla 16. Características de los agregado fino y grueso.</i>	59
<i>Tabla 17. Diseño teórico de concreto con cemento portland.</i>	59
<i>Tabla 18. Proporcionamiento en peso y volumen de la mezcla.</i>	60
<i>Tabla 19. Proporcionamiento en peso y volumen de la mezcla con fibra al 4%.</i>	60
<i>Tabla 20. Proporcionamiento en peso y volumen de la mezcla con fibra al 7%.</i>	61
<i>Tabla 21. Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto tradicional sin fibra de polipropileno.</i>	63
<i>Tabla 22. Resistencia a tracción por compresión diametral- concreto con 4 % de fibra de polipropileno.</i>	64
<i>Tabla 23. Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto con 7% de fibra Polipropileno.</i>	65
<i>Tabla 24. Resumen de la resistencia a tracción a los 28 días de edad del concreto tradicional sin fibra, con fibra de 4% y 7%.</i>	65
<i>Tabla 25. Resistencia a la flexión– concreto tradicional sin fibra.</i>	68
<i>Tabla 26. Resistencia a la flexión– concreto con adición de fibra al 4%.</i>	69
<i>Tabla 27. Resistencia a la flexión– concreto con adición de fibra al 7%.</i>	69
<i>Tabla 28. Resumen de la resistencia a la flexión a los 28 días de edad del concreto tradicional sin fibra, con fibra de 4% y 7%.</i>	70
<i>Tabla 29. Resumen del resultado de ensayo de módulo de elasticidad a los 28 de edad.</i>	73

## INDICE DE FIGURA

<i>Figura 1. Fallas del pavimento piel de cocodrilo.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Falla grieta longitudinal.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3.Estructura típica de rehabilitación por la técnica de Whitetopping.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4. Curva de esfuerzo de un pavimento flexible y un Whitetopping.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 5. Fibra de polipropileno.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6. Realización idílica del ensayo de flexo tracción.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 7. Gráfica de resultados de un ensayo de corte.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8.Representación del módulo de elasticidad.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 10. Curva granulométrica de agregado fino.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 11. Cemento andino tipo I.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 12. SikaFiber. Fibra de polipropileno.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 13. Comparación de la resistencia a tracción de un concreto tradicional VS concreto con adición de fibra de polipropileno en4% y7%.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 14. Comparación de resistencia del concreto tradicional VS concreto con adición de fibra al 4% y 7% por día de curado.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 15. Comparación de la resistencia a la flexión de concreto tradicional vs el concreto con fibra de 4% y 7%. .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 16. Cuadro comparativo general de la resistencia a la flexión de concreto sin fibra vs el concreto con adición de fibra.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 17. Resultado de constantes elásticas. ....</i>	<i>73</i>

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuánto cambian las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, en la avenida Central de San Juan de Lurigancho, Lima?, el objetivo fue determinar el cambio de las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, la hipótesis general que se verificó fue: las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, cambian significativamente.

Como metodología, se aplicó el método científico de enfoque cuantitativo, ya que se consideró un proceso secuencial y probatorio, de tipo de investigación aplicado con nivel explicativo y un diseño experimental ya que se involucró la manipulación intencional de una acción. La población estuvo conformada por 45 probetas de concreto y la muestra estuvo compuesta por 21 probetas de concreto ensayadas.

Los resultados obtenidos indicaron que la fibra sintética en una proporción de 7% mejoró el comportamiento mecánico de concreto de manera satisfactoria. La investigación concluyó que la adición de fibra sintética es recomendable ya que las propiedades mecánicas de un concreto convencional mejora notablemente.

**Palabras Clave:** Whitetopping, Fibras sintéticas, Concreto, Pavimento flexible, Compresión.

## ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: How much do the mechanical properties of concrete change with the addition of synthetic fibers to repair flexible pavements using the Whitetopping technique, on Central Avenue in San Juan de Lurigancho, Lima? The objective was to determine the change of the mechanical properties of concrete with the addition of synthetic fibers to repair flexible pavements using the Whitetopping technique, the general hypothesis that was verified was: the mechanical properties of concrete with the addition of synthetic fibers to repair flexible pavements using the Whitetopping technique, change significantly.

As a methodology, the scientific method with a quantitative approach was applied, since it was considered a sequential and probative process, an applied research type with an explanatory level and an experimental design since the intentional manipulation of an action was involved. The population consisted of 45 concrete specimens and the sample consisted of 21 tested concrete specimens.

The results obtained indicated that the synthetic fiber in a proportion of 7% improved the mechanical behavior of concrete in a satisfactory way. The research concluded that the addition of synthetic fiber is recommended to improve the mechanical properties of conventional concrete.

**Keywords:** Whitetopping, Synthetic fibers, Concrete, Flexible pavement, Compression.

## INTRODUCCIÓN

En la metodología usual de solución a las fallas en el pavimento asfáltico, fue las sobre carpetas de asfalto, si bien se corrigieron las fallas funcionales, las fallas estructurales permanecen y con el paso del tiempo, la nueva capa presenta las mismas fallas. Por lo tanto, se da a conocer una nueva técnica de rehabilitación conocida como Whitetopping, que consiste en el uso de sobre carpetas de concreto colocadas encima del pavimento existente, en la cual el concreto fueron mejorados con la adición de fibra sintética.

La presente investigación titulada “Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimento flexible mediante la técnica Whitetopping, en Avenida Central San Juan de Lurigancho, Lima”, busca la solución del problema que consiste en hallar cuanto cambian las propiedades mecánicas del concreto Whitetopping, aplicando como aditivo fibras sintéticas, en su desarrollo se revisa teorías más actuales de investigación, como son el uso de la Norma Técnica Peruana e Internacional como NTP 339.084 resistencia corte, NTP339.078 resistencia a flexión, ASTM c 469 módulo de elasticidad, las cuales están relacionados con las variables fibra sintética y propiedades mecánicas del concreto.

En su desarrollo se fija como objetivo determinar el cambio de las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, con lo cual se obtiene los siguientes resultados, la fibra sintética en una proporción de 7% es recomendada para mejorar el comportamiento mecánico de concreto de manera satisfactoria. Finalmente se alcanza la siguiente conclusión que la adición de fibra sintética es recomendable para mejorar las propiedades mecánicas del concreto convencional.

La investigación es de importancia porque ayuda a tener una perspectiva mucho más clara con respecto al comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra sintética y así poder recomendar la proporción adecuado de fibra sintética para el concreto convencional.

La investigación está conformada por los siguientes capítulos:

**Capítulo I:** Trata del problema de la investigación, justificación, metodología, delimitación, limitaciones, objetivos.

**Capítulo II:** Este capítulo trata del marco teórico; donde se encuentran los antecedentes nacionales e internaciones, los conceptos, definición de términos, hipótesis y para finalizar las variables de la investigación.

**Capítulo III:** Se plantea la metodología, población, muestra, técnicas e instrumento de recolección de datos.

**Capítulo IV:** En este capítulo se desarrollan todos los ensayos de las propiedades mecánicas del concreto con la influencia de la fibra sintética en distintos porcentajes.

**Capítulo V:** Se presentan las discusiones de los resultados.

Finalmente se encuentran las referencias bibliográficas, anexos y panel fotográfico.

**Bach. GISELA YOVANA CRISTOBAL AGUIRRE**

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema.**

A nivel internacional, entre las décadas de 1960 y 1980, los países en desarrollo perdieron una preciosa infraestructura que valía miles de millones de dólares por el deterioro de sus carreteras. Las extensas redes viales, construidas con grandes gastos, fueron mantenidas deficientemente y con un mayor uso de lo previsto. Una de las principales patologías de estas infraestructuras son los fisuramientos, como por ejemplo la piel de cocodrilo. “Estas grietas se representan al estar en grupos y tener una forma comparativa las cuales no alcanzan profundidades extraordinarias. Rodríguez (2008).

Por otra parte, a nivel nacional, el mantenimiento de los pavimentos de Perú en general y su capital Lima en particular, en los tiempos actuales, dependen en gran medida de las técnicas de rehabilitación existentes para su infraestructura vial, ya que se observa pavimento con deterioros temprano, en relación a ello es primordial ejecutar mantenimiento y rehabilitación constante.

Frente a estas problemáticas se hizo la propuesta en este proyecto de investigación de utilizar una solución eficiente e innovadora en nuestro país, lo cual se emplea en pavimentos de asfalto deteriorados que se basa en el colocado de un recubrimiento de concreto hidráulico, denominado Whitetopping. Con esta técnica el pavimento queda rehabilitado, solucionando así los problemas generados por la utilización de la vía.

Por otro lado, también se buscó mejorar las propiedades mecánicas del concreto hidráulico whitetopping adicionando fibras sintéticas, generando así estudios que permiten determinar la viabilidad de un concreto normal adicionado con fibra sintética.



**Figura 1.** Fallas del pavimento piel de cocodrilo.

Fuente. Propia



**Figura 2.** Falla grieta longitudinal.

Fuente. Propia.

## 1.2. Formulación y sistematización del problema

### 1.2.1. Problema General

¿En qué grado cambian las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, en la avenida Central de San Juan de Lurigancho, Lima?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuánto varía la resistencia a corte del concreto con la adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexible mediante la técnica de Whitetopping?

- b) ¿Cómo influye la adición de la fibra sintética en la resistencia a flexión del concreto, para la reparación del pavimento flexible mediante la técnica de Whitetopping?
- c) ¿Cuál es el resultado del módulo de elasticidad del concreto con adición de fibras sintéticas para la reparación del pavimento flexible mediante la técnica de Whitetopping?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Práctica o Social.**

Este estudio fue socialmente justificado porque se consideró que mejoró la calidad de los pavimentos para mejorar el tránsito, evitó su desperfecto o avería y evitó costas excesivas al realizar tareas de reposición de rutina, tratando de responder adecuadamente a la aplicación de la nueva técnica. Por otra parte, también correspondió una moderna opción adecuada para resolver la dificultad de la avería del pavimento, buscando una operación y transitabilidad adecuadas, sin dañar a los transeúntes o transportistas, así como a prolongar la vida útil, evitando el mantenimiento de rutina y quedando a la transcendencia de las inversiones en planes estatales.

Si el concreto tiene una mayor durabilidad hay que repararlo en menos ocasiones, por lo tanto, el presupuesto de mantenimiento se puede destinar a otro uso en beneficio de la sociedad.

#### **1.3.2. Metodológica**

El presente estudio se justifica metodológicamente, porque esta investigación servirá como orientación para futuras tesis de ingeniería, civil colmando el vacío en la comprensión de esta novísima tecnología para rehabilitar.

En la presente tesis se demostró que mediante el uso del método científico se puede mejorar la utilización de los pavimentos

rehabilitados mediante la técnica Whitetopping, ya que se realizaron ensayos que demostraron la viabilidad de la adición de fibras sintéticas al concreto, mejorando las características del mismo.

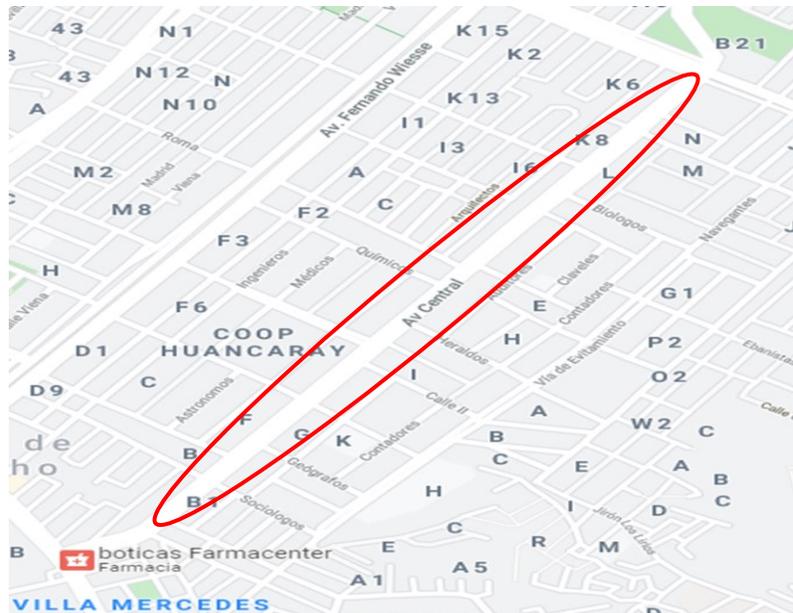
### 1.3.3. Teórico o científico

Para el desarrollo de esta investigación se puede mencionar que la justificación teórica está determinada en el mejoramiento de la durabilidad del concreto con adición de fibra y la aplicación de la técnica de Whitetopping, logrando así minimizar el costo por rehabilitación y prolongar así la vida útil del pavimento.

## 1.4. Delimitaciones

### 1.4.1. Delimitación espacial.

La delimitación espacial donde se va a llevar a cabo la investigación es la Avenida Central de San Juan de Lurigancho, en Lima, Perú. Que se encuentra a una altitud de 205 m.s.n.m.



#### **1.4.2. Delimitación temporal.**

La presente investigación se está desarrollando entre los meses de enero y diciembre del año 2020.

#### **1.4.3. Delimitación económica.**

La tesis fue financiada en general con los recursos propios del investigador.

#### **1.5. Limitaciones.**

La presente investigación tuvo una limitación tecnológico y económico ya que no se contó con laboratorio disponible para los ensayos requeridos, por efecto de la emergencia sanitaria a nivel país y por tema de equipamiento del laboratorio de la universidad peruana los andes filial lima no estuvo funcionando, por tal motivo se requirió el servicio de laboratorios particulares que presentan un presupuesto elevado, lo cual nos limitó a realizar más pruebas.

#### **1.6. Objetivos**

##### **1.6.1. Objetivo General**

Analizar los cambios de las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, en la avenida Central, San Juan Lurigancho Lima.

##### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar la resistencia a corte del concreto con la adición de fibras sintéticas, para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.

- b)** Demostrar Cómo influye la adición de la fibra sintética en la resistencia a flexión del concreto, para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.
- c)** Analizar el resultado del módulo de elasticidad del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

- **Valero, J.** (2015). En su postulación "Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo", para solicitar el título profesional de ingeniero estructural, presentado en la UNCP. **Objetivo:** Determinar la influencia de las fibras de polipropileno para controlar las fisuras asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto. Aplicando una **Metodología:** investigación de diseño experimental, de tipo cuantitativo, de nivel correlacional. Obtuvo como **Resultados:** en el análisis de Valero, coexiste un menoscabo de establecimiento de conformidad al incremento de la cuantía de fibra en correspondencia al patrón concreto. Las consecuencias de temperatura del concreto revelan que las fibras de polipropileno no impactan en la propiedad. Finalmente fija como **conclusión:** El uso de fibras del material ya enunciado en las mezcolanzas de concreto cambia su firmeza estimada mediante el establecimiento con el cono de Abrams, coexiste una disminución del 10% (de 1/2") con la porción minúscula (del orden de 400 g/m<sup>3</sup>) para diferentes dimensiones de fibra, y la disminución máxima es del 40% (de 2") y 45% (de 2 %") con la porción superior (1500 g/m<sup>3</sup>) para 19 mm y 50 mm de dimensión de fibra de manera respectiva.
  
- **Peláez** (2019) en la tesis Propuesta del diseño con Whitetopping para la Rehabilitación del pavimento asfáltico de la Avenida Federico Villarreal ubicado entre las Avenidas Kunturwasi y Pucara de la Ciudad de Trujillo; para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Antenor Orrego; Trujillo, Perú. Fijo como **objetivo** fue conocer

una propuesta de rehabilitación de un pavimento flexible deteriorado, colocando un pavimento rígido sobre el pavimento existente, el que se denomina sistema “Whitetopping”, Obtuvo como **resultado:** de acuerdo al laboratorio y estudio de tránsito, se empleó el método de fatiga de la asociación de cemento portland (PCA), donde se logró obtener el espesor de la losa igual 18 cm. de Whitetopping, Finalmente fija como **conclusión:** según la Norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones – 2013 para la dosificación adecuada de cada uno de los dispositivos para un concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup>, la aplicación de esta técnica de rehabilitación es viable debido a su rapidez en construcción, su buen estado ante los esfuerzos y su vida útil de servicio.

- **Armas** (2016) en su tesis” Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico” Pimentel 2016; para tener el título profesional de Ingeniera Civil en la Universidad Señor de Sipán Perú. **Objetivo:** Determinar los efectos de la adicción de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico de la región de Lambayeque. Aplicando como **Metodología:** Se utilizó el método analítico, y el método experimental dentro de un laboratorio, accedió el reconocimiento de los impactos que origina la fibra de polipropileno. Frente a esta situación se investigó de manera experimental las secuelas de la añadidura de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas y plásticos. Obtuvo como **Resultado:** una cantidad o Proción de fibra de polipropileno de 400 gr/m<sup>3</sup> de concreto consigue bajar o disminuir el potencial de fisuración en situaciones de tipo real en 90%. Añadiduras de fibra en porciones de 0, 200, 300 y 400 gr/m<sup>3</sup> de concreto de resistencias a la compresión de 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> Finalmente, fija como **conclusión:** una dosis de polipropileno de 400 gr/m<sup>3</sup> origina las subsiguientes secuelas en relación a sus particularidades plásticas, minimiza el

asentamiento en 50%, el comprendido de aire lo redujo hasta un 25%, no perturba la temperatura del concreto reciente.

- **Arcaya** (2018) en la tesis Diseño de la Rehabilitación del Pavimento flexible mediante la técnica Whitetopping en el Tramo Límite Distrital Trujillo – 2018; para obtener el título de: Ingeniero Civil en la UPN. Perú. Fijo como **Objetivo**: aplicar un mejoramiento mediante un diseño de sobre capa de pavimento sobre un concreto flexible para rehabilitar los trechos que se hallan en estado crítico y con fallas en el pavimento. Aplicando como **metodología**: el diseño no experimental, se utilizó el método empírico y descriptivo. Obtuvo como **resultado** evidencia que el Whitetopping consentirá al piso de concreto optimizarlo de modo estructural, para una larga transitabilidad de carros de diferente tonelaje, y soportar las aguas producto de las lluvias, y las variaciones intempestivas de temperatura. Finalmente, fija como **conclusión** que su aplicabilidad no crea aglomeración de vehículos, además su aplicación es a término corto.

### 2.1.2. Antecedentes Internacionales

- **Torrijos**, (2016) Artículo científico “Respuesta mecánica de elementos mixtos representativos del uso de hormigón con fibras como refuerzo tipo Whitetopping”. La Plata, Argentina. Fijo como **objetivo**: Restablecer el pavimento al mínimo coste. Siendo menor el grosor y el coste del refuerzo. En el caso de que el piso asfáltico muestra algún menoscabo (avería, huecos, roturas) con buenas situaciones de estructura se puede considerar la adherencia entre capas. Aplicando una **metodología**. método científico, aplicado, aplicativo, experimental. Obtuvo como **resultado**: que en el grupo de concretos con fibras sintéticas las fisuras son menores que los concretos sin fibras sintéticas. Además, el concreto con este tipo de fibras posee un procedimiento más viscoelástico, con mínima rigidez, mostrando más flexibilidad y menores fisuras.

Finalmente, fija como **conclusión**: a la superior dureza del pavimento asfáltico cuando baja la temperatura aumenta la cabida portante posfisuración. Los recipientes que se ensayan a 10 °C (W10) mostraron primeramente superior cabida residual que se ensayan a 20 °C (W20); al subir la temperatura (W50) la baja en cabida residual fue notorio superior.

- **López**, (2015) en su tesis “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado” para obtener el grado de Magister en la UNAM. México. **Objetivo**: Analizar las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado Aplicando una **Metodología**: método científico, que consiste en la formulación del problema, el planteamiento de la hipótesis, la contratación o verificación de la hipótesis y finalmente dar las conclusiones o las nuevas teorías, el tipo de estudio fue el aplicado, y como método secundario o particular el método experimental. Obtuvo como **resultados**: en relación a las propiedades plásticas del pavimento con refuerzo de macro fibras de polipropileno que, la trabajabilidad del pavimento se minimiza de manera conveniente al dispendio de fibras, consumo de acero y agotamiento de polipropileno, pero, la trabajabilidad es mínimo cuando se añaden fibras cortas de acero. Referente al peso volumétrico no coexiste variabilidad al aumentar la dosis, por ello el aire que fue atrapado advierte una disminución conforme al agotamiento de fibra. Finalmente, fija como **conclusión**: con referencia a las características mecánicas, las macro fibras de polipropileno ofrecen un acrecentamiento chico en la firmeza a las duraciones de 28 y 90 días, con relación al concreto sin fibras. El aguante a tensión se acrecienta equitativamente al agotamiento de fibra; asimismo, la proporción que simboliza la firmeza a tensión con relación a la de presión acrecienta con el dispendio de fibra.

- **Ortega, y Ariza** (2018) en la Tesis Evaluación de la resistencia de un concreto reforzado con fibras al impacto de una detonación; para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia; Bogotá, Colombia. Fijo como **objetivo**: Evaluar la resistencia de un concreto reforzado con fibras al impacto de una detonación. Aplicando como **Metodología**: es un estudio experimental. Obtuvo como **resultado**: la resistencia del pavimento reforzado con fibras al choque o colisión de una explosión o estallido, por intermedio del examen grafico ejecutado, se determinó que las fibras de cáñamo tienen mayor resistencia a la tracción. Finalmente, fija como **conclusión**: la valoración se efectuó el experimento a compresión de las otras muestras, con el fin de cotejar el proceder frente a los detonadores y avalar la buena utilización del explosivo, demostrando que el concreto reforzado con fibras sintéticas posee más aguante a la compresión con respecto al concreto reforzado con las demás fibras.
- **Mestanza** (2016) en la tesis Análisis comparativo de la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos; para obtener el Título de Ingeniera Civil en la Universidad Técnica de Ambato; Ecuador. Fija como **objetivo**: Analizar el aguante a compresión del concreto con aditamento de fibras de polipropileno con sometimiento a entornos rígidos durante la etapa de curado: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos. Aplicando como **metodología** es descriptiva, con una muestra de 36 especímenes. Obtuvo como **resultados**: el concreto curado en poca temperatura 3°C, posee un incremento en su consistencia de 1,64% (de 2264,01 kg/cm<sup>3</sup> a 2317,42 kg/cm<sup>3</sup>), y una baja de 15 % en su aguante a la compresión (de 339, 95 kg/cm<sup>2</sup> a 289,39 kg/cm<sup>2</sup>) a los veinte y ocho días; las muestras curadas en mayor temperatura 45°C, aumentan su consistencia en un 2,13% (de 2264,01 a 2317,42), y tienen un acrecentamiento de 15%, en su firmeza a compresión (de 339, 95 kg/cm<sup>2</sup> a 391,06 kg/cm<sup>2</sup>) a los veinte y ocho días; la existencia de cloruro

de sodio estímulo a que en los cilindros curados con elemento líquido del océano la consistencia aumente en un 2,36% (de 2264,01 a 2317,42), y que su aguante a la compresión reduzca en un 27%, (de 339, 95 kg/cm<sup>2</sup> a 249,17 kg/cm<sup>2</sup>) a los veinte y ocho días.

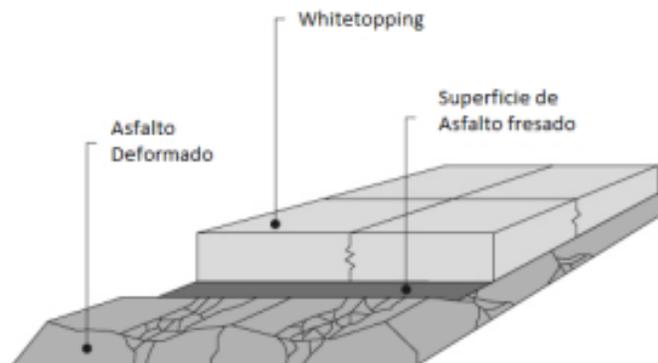
Finalmente, fija como **conclusión**: el mejor ambiente de curado para incrementar la resistencia a la compresión es el de alta temperatura 45°C, pero tienen una falla explosiva. - A pesar de la disminución de resistencia con el curado a baja temperatura y salino, se supera la resistencia de diseño  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2.2. Marco conceptual / Base teórica

### 2.2.1. Withetopping.

#### 2.2.1.1. Definición de Withetopping

Según Colmenares (2012) Viene a ser una tecnología de restitución o reposición de pavimento elástico con perjuicios ligeros, que radica en colocar arriba un pavimento riguroso, acrecentando con esto la duración útil. (p.2)



**Figura 3.** Estructura típica de rehabilitación por la técnica de Whitetopping.

*Fuente. Adaptado por Colmenares (2012) (p.3).*

Para que pueda ser viable esta técnica, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- Que el detrimento o menoscabo de la cubierta de asfalto esté superficial, lo que significa, que no posea un impacto cierto estructuralmente.
- Que el grosor del asfalto que existe posteriormente del fresado no esté inferior de 7.5 cm, de acuerdo a la Concrete American.

#### **2.2.1.2. Clasificación de Whitetopping**

El Whitetopping se puede clasificar según su espesor en en:

- El Whitetopping convencional es el de mayor espesor construido con 20 cm o más de hormigón.
- El Thin Whitetopping flaco es el del grosor medio, entre 10 cm y 20 cm de grosor., en el que brotan modernas conformidades. En ciertos casos, aumentan de manera significativa o de modo importante la existencia del pavimento viviente.
- El Ultra Thin Whitetopping es la clase más delgada, construido comúnmente con 5 cm y 10 cm de espesor.

#### **2.2.1.3. Ventajas de Whitetopping**

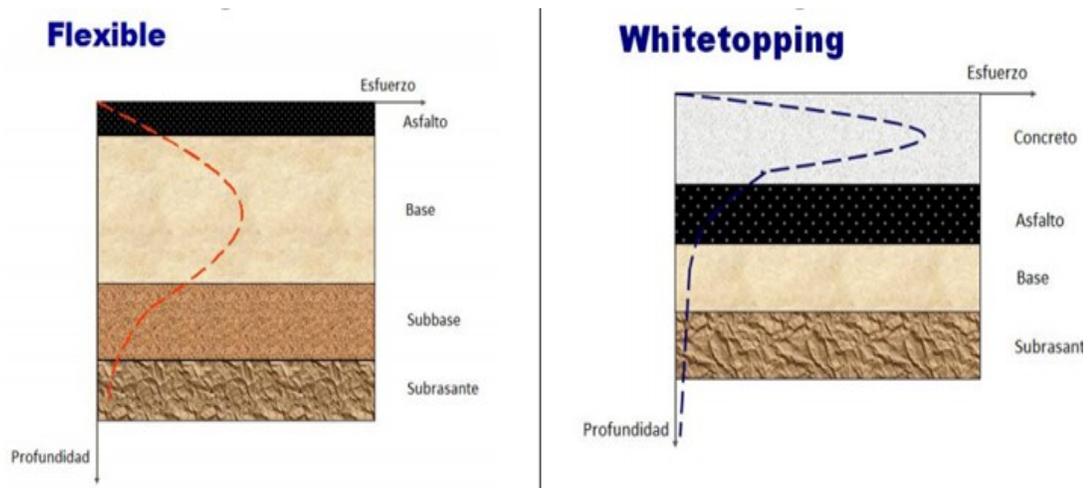
- La prisa para efectuar la restitución y el evento de facultar el tráfico de vehículos en corto lapso.
- Incrementa la luminosidad del camino, reduciendo incluso los gastos por iluminación nocturna.
- disminuyendo drásticamente los costos por mantenimiento
- Probabilidad de mejoramiento del bosquejo geométrico.
- No se demanda de trabajadores muy instruidos.

- Los aparatos inevitables para la realización de esta acción no son dificultosos de obtener.

#### 2.2.1.4. Diseño del Whitetopping

De acuerdo a Han (2005) insta que para la delineación de los pavimentos con la tecnología Whitetopping se debe poseer en consideración que elegibilidad del mortero que se usará, y el grosor, los tipos y las trayectos o recorridos entre las juntas.

El flexible pavimento al ser bosquejado posee una parábola de energía característica, que se disipan pendiente de los grosores de las capas y el atributo de los materiales. al ubicarse un pavimento riguroso arriba de esta estructura, consecuentemente este es la más alta cuantía de los esfuerzos y los reparte en un área de mayor extensión.



**Figura 4.** Curva de esfuerzo de un pavimento flexible y un Whitetopping.

Fuente. Adaptado por Colmenares (2012)(p.4)

## **2.2.2. Fibra sintética.**

Son filamentos que poseen una continuidad de polímeros termoplásticos de gran peso molecular conseguidos por procedimientos de síntesis química iniciándose de bienes elaborados en la manufactura petroquímica. Mestanza (2016) (p.13).

### **2.2.2.1. Fibra polipropileno.**

Es una materia que tienen una composición consistente en fibras de manera continua o no continuas de polipropileno impregnadas en una central plástica, este mixto se ocasiona en gran cuantía. Este polipropileno se usa como material de ayuda debido a lo siguiente: Cebrián (2011)(p.16)

- Muestra buen aguante químico a solventes frecuentes.
- Evita el traspaso de humedad.
- Consigue lograr buen balance dureza/impacto.
- Muy buena relación coste/beneficio.
- Compatible con la mayoría de las técnicas de procesamiento existentes y usadas en diferentes aplicaciones.

#### **A. SikaFiber® PE**

es un soporte de fibra sintética de polipropileno de gran constancia que impide la resquebrajadura de concretos. SikaFiber® PE está formado por una mezcla de monofilamentos reticulados. En la mezcla SikaFiber® PE se reparte de manera aleatoria en el interior de la masa de concreto constituyendo una malla de tres dimensiones estrechamente similar.

ventajas:

Disminución del resquebrajamiento por contracción e imposibilitando su difusión.

- Acrecentamiento significativo del índice de firmeza del concreto.
- Perfecciona el aguante al impacto, disminuyendo la debilidad.
- En más cantidad, perfecciona la firmeza a la tensión y a la comprensión.
- La operación del SikaFiber® PE es de característica física y no influye el procedimiento de absorción de agua del cemento.

**Tabla 1. Información de la fibra sintética SikaFiber® PE.**

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Bolsa de 600 g
Apariencia / Color	Fibra de color crema
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.
Densidad	1.17 kg/L

*Fuente. Adaptado por SIKA 2019.*

**Tabla 2. Ficha técnica de la fibra sintética SikaFiber® PE.**

### INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	< 2%
Resistencia a la Tensión	468 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad	13,000 kg/cm <sup>2</sup>
Elongación de Rotura	26%
Resistencia a la Alcalinidad	Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacterias.

*Fuente. Adaptado por SIKA 2019.*



**Figura 5.** Fibra de polipropileno

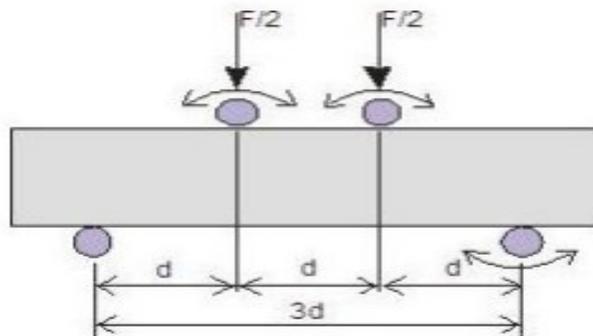
Fuente. Propia

### 2.2.2.2. Propiedades mecánicas del concreto.

#### a) Resistencia a la Flexión.

Para la realización de esta prueba se aplica una carga constante aplicada en dos puntos simétricos al centro de la pieza estando apoyada la misma en dos puntos de sus extremos. Cebrián (2011) (p.29).

Según la NTP 339.078(2012) este ensayo va consistir en aplicar una carga a los tercios de una viga hasta el punto que ocurra la falla, El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre.



**Figura 6.** Realización idílica del ensayó de flexo tracción.

Fuente. Adaptado por Cebrián (2011).

Ecuación de MR cuando ocurre la falla dentro del tercio medio de la luz.

$$Mr = PL/bh^2 \quad \dots\dots (Ec. 01)$$

Donde:

Mr.: Módulo de rotura, en Kg/cm<sup>2</sup>.

P: Carga máxima de rotura, se mide en kilogramos.

L: Luz libre entre apoyos, se mide en centímetros.

b: Ancho promedio de la probeta en la sección de falla, se mide en centímetros.

h: Altura promedio de la probeta en la sección de fallas, se mide en centímetros.

Ecuación de MR cuando la falla se genera fuera del tercio medio y una distancia menor al 5 % de la luz.

$$Mr = 3Pa/bh^2 \quad \dots\dots\dots (Ec. 02)$$

Donde:

a: Distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano, se mide a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

P: Carga máxima de rotura, se mide en kilogramos.

L: Luz libre entre apoyos, se mide en centímetros.

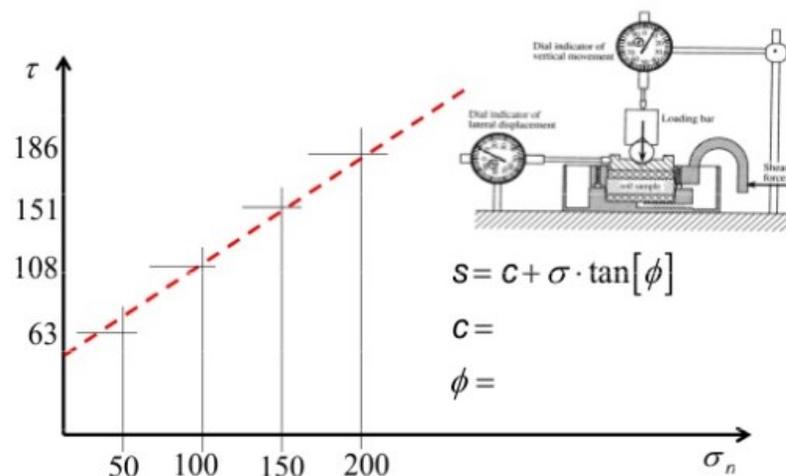
b: Ancho promedio de la probeta en la sección de falla, se mide en centímetros.

h: Altura promedio de la probeta en la sección de fallas, se mide en centímetros.

Si la falla es fuera del tercio medio y a una distancia de este mayor al 5 % de la luz libre, se rechaza el ensayo.

## b) Resistencia a corte

Este tipo de ensayo determina la resistencia al corte. El método consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a lo largo de la extensión del espécimen de forma de un cilindro de mortero a una celeridad de carga predeterminada hasta que suceda el error. Esta carga incita energías de tracción en el plano de carguío y energías de compresión regularmente altos en la zona contigua próximo de la carga. Porque las zonas obligadas a carga encontrándose en un contexto de compresión triaxial logran resistencias de compresión más altos que los que se lograrían en un experimento de compresión uniaxial, por ello, en el espécimen, el error por incisión sucede y no a la compresión. El proceso se define en la Norma ASTM C496-96 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.



**Figura 7.** Gráfica de resultados de un ensayo de corte.

*Fuente. Adaptado por Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.*

Según NTP: 399.622 (2015) se consigue estimar la resistividad de tracción de la siguiente manera:

Ecuación resistencia a la tracción por compresión diametral del espécimen

$$T = 2P/\pi LD \quad \text{..... (Ec. 03)}$$

Donde:

T: resistencia a la tracción por compresión diametral en MPa (lb/pulg<sup>2</sup>)

P: máxima carga aplicada indicada por la máquina en N (lb)

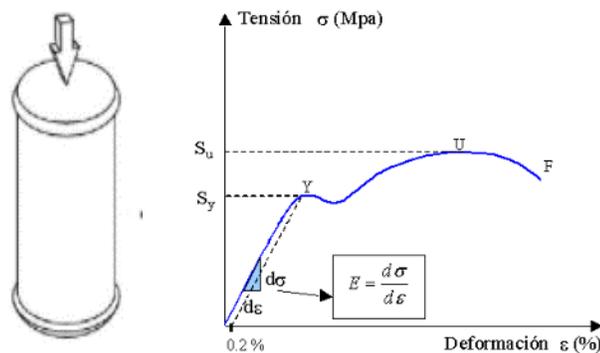
L: longitud en mm (pulg)

D: diámetro en mm (pulg)

### c) . Módulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad de los materiales es una propiedad que resulta de la relación entre esfuerzo y deformación unitaria.

Para la determinación de esta característica se realiza una prueba de ensayo, con el fin de saber cuál es la magnitud del acortamiento generado por una carga axial de un elemento estructural. Lo más importante de estudiar y determinar el módulo de elasticidad, es que se puede saber cómo las cargas influyen en las deflexiones, en la rigidez de una estructura y el control de calidad del concreto.



**Figura 8.** Representación del módulo de elasticidad

*Fuente. Adaptado por Torres (2012)( P.4).*

Ecuación cálculo del módulo de elasticidad.

$$E_c = (S_2 - S_1) / (\epsilon_2 - 0.00005) \quad \dots\dots\dots (Ec. 04)$$

donde:

$\epsilon_2$  = Deformación para un esfuerzo correspondiente al 40 % de  $f_c'$

$S_2$  = Esfuerzo correspondiente al 40 % de  $f_c'$

$S_1$  = Esfuerzo correspondiente a una deformación igual a 0,00005

El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material: cuanto más rígido es un material mayor es su módulo de elasticidad.

### 2.3. Definición de términos.

- **Pavimentos Flexible.**

“Los pavimentos flexibles se componen de capas entre la subrasante y la rasante o superficie de rodamiento, tiene como fin proporcionar una capa uniforme para soportar la carga del tránsito vehicular”.  
Carlos (2018) (p.21)

- **Propiedades mecánicas.**

Las propiedades mecánicas son las que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido. López (2015) (P.28)

- **Whitetopping**

“Es una sobre carpeta blanca, consiste en colocar encima del pavimento existente una sobre-carpeta o losa de concreto hidráulico, aumentando con ello la vida útil de esta estructura “Miguel Luna. (2019) (p.17).

- **Fisuras del concreto.**  
 “Son agrietamientos longitudinales y/o transversales que no constituyen una malla, sino que se presentan en forma aislada o continua y son producidas por deficiencia en las juntas de construcción”. Colmenares (2012)(p.13)
- **NTP. Normas Técnicas Peruana.**  
 Son documentos que establecen las especificaciones o requisitos de Calidad para la estandarización de los productos, procesos y servicios. Zúñiga (2017)(p.195)
- **Concreto.** El concreto es un material de construcción que se crea mezclando áridos y arena con un agente aglutinante (normalmente cemento) y, si es necesario, con aditivos. López (2015) (p.12).

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis General

Las propiedades mecánicas del concreto, mejora significativamente con la adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping.

### 2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La resistencia a corte del concreto, mejora de forma significativa con adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping.
- b) La resistencia a flexión del concreto, mejora notablemente con adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping
- c) El módulo de elasticidad del concreto, mejora de forma significativa con la adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping

## - 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de la variable

**Variable Independiente (X):** Fibra Sintética.

Las fibras sintéticas son filamentos continuos de polímeros termoplásticos de alto peso molecular obtenidos por procesos de síntesis química a partir de productos producidos en la industria petroquímica. Mestanza (2016) (p.13)

**Variable Dependiente (Y):** Propiedades mecánicas del concreto.

Las propiedades mecánicas del concreto nos van describir el comportamiento del material ante las fuerzas aplicadas sobre él.

"Lo más probable es que el concreto resista a los elementos a los que es sometido, a la actividad de los componentes de mezcla y al desgaste, manteniendo sus propiedades mecánicas, que estarán expuestos a adherencia, corte y flexo-tracción. La calidad del concreto es la resistencia más extrema estimada de un ejemplo de concreto con cemento o mortero con una carga fundamental". Morales (2016) (p.6).

### 2.5.2. Definición operacional de la variable

**Variable Independiente (X):** Fibra Sintética.

Las fibras sintéticas fueron verificados al obtener sus características físicas y mecánicas y las dosificaciones utilizadas para el concreto.

**Variable Dependiente (Y):** Propiedades mecánicas del concreto.

Las propiedades mecánicas se verificaron al someterlos a ensayos de laboratorio como ensayo de corte, flexión y módulo de elasticidad.

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 3. Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Fibra sintética (características)	D1: Características físicas	I1: Longitud I2: Diámetro. I3: Peso	Se empleará el instrumento: Ficha de recopilación de información	De Razón
	D2: Características mecánicas	I1: Absorción I2: Humedad I3: Flexibilidad		
	D3 Dosificación	I1: 4% I2: 7 % I3: 9 %		
V2: propiedades mecánicas del concreto (tipos)	D1: Resistencia a corte	I1: Granulometría I2: Dosificación del concreto I3; Dosificación de la fibra	Se empleará el instrumento: Ficha de recopilación de información	De Razón
	D2: Resistencia a flexión	I1: 7 días I2; 14 días I3: 28 días.		
	D3: Módulo de elasticidad	I1: Diseño de mezcla I2: Comportamiento I3: Rigidez		

Fuente. propia realización.

## **CAPITULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de Investigación**

El método de investigación fue el **científico** ya que está basada en la obtención de datos y en el análisis de ellos mismos, utilizando así los instrumentos hasta comprobar la hipótesis, donde se contempló un análisis de las propiedades mecánico del concreto con fibras sintéticas para la reparación mediante Whitetopping del pavimento flexible de la Avenida Central de San Juan de Lurigancho.

### **3.2. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación fue **aplicada**, ya que el problema surge directamente de la práctica social y van a depender de teorías, fórmulas que van generar resultados que se consideran de utilidad. confiando en la estrategia de verificación aplicaremos los resultados en el pavimento flexible de la av. Central de San Juan de Lurigancho Lima aplicando la técnica de Whitetopping.

### **3.3. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación fue **descriptivo - explicativo**, en consecuencia, se puede inferir que la presente investigación desea describir el cambio de la variable dependiente “comportamiento de las propiedades mecánicas con la influencia de las fibras sintéticas” y encontrar respuestas a preguntas específicas.

### **3.4. Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación fue **experimental**, por lo tanto, en esta investigación se manipulo la variable independiente” fibra sintética” para analizar nuestra variable dependiente “propiedades mecánicas” demostrando que tiene relación de causa y efecto.

### **3.5. Población y muestra**

- **Población:**

En la presente investigación la población estará conformado por 45 probetas de concretos fabricados con adición de fibra sintética.

- **Muestra:**

En la presente investigación la muestra estará conformado por 21 probetas de concreto diseñadas con adición de fibra sintética en 3 dosificaciones, 9 para ensayos de resistencia a corte, 9 para resistencia a flexión y las otras 3 para ensayos de módulo de elasticidad.

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

La técnica utilizada es la de observación directa.

Por otro lado, el instrumento utilizado en la investigación es la ficha de validación que fue validada por el juicio de expertos.

### **3.7. Procesamiento de la información.**

Para la elaboración y procesamiento de información se utilizó el análisis estadístico:

Para el análisis se utilizó los softwares Word, Excel, Normas Técnica Peruana, manual de carretera del MTC

Los ensayos de corte se utilizó la Norma Técnica Peruana 339.084.

Los ensayos de flexión se utilizó la norma técnica peruana 339.078.

El ensayo de módulo de elasticidad se utilizó ASTM C469

### **3.8. Técnicas y análisis de datos.**

Para el proyecto de investigación se tomo en cuenta las siguientes normativas:

- NTP 339.034 / ASTM C 39 “Método de Ensayo Normalizado Para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto, en Muestras Cilíndricas”
- NTP 339.045 / ASTM C “Método de Ensayo Para la Preparación y Curado en Laboratorio de Probetas Para Ensayo a Flexión”
- NTP 339.079 / ASTM C 293 “Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Flexión del Concreto en Vigas Simplemente Apoyadas con Cargas en el Centro del Tramo”
- NTP 339.183 “Práctica Normalizada Para la Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en el Laboratorio”
- ASTM C 469-94 “Método Estándar de Ensayo para Modulo de Elasticidad Estático y Relación de Poisson del Concreto en Compresión”

Obtenidos los datos experimentales, se procedió al procesamiento de la información con la finalidad de determinar las propiedades mecánicas de concreto frente a la influencia de la fibra sintética, para ello se llevo a usar e Word, Excel y PDF.

## **CAPITULO IV RESULTADOS**

### **4.1 Descripción de la zona de trabajo**

Para esta investigación se procedió a tener como consideración La zona de la Av. Central del Distrito de San Juan de Lurigancho, una Avenida donde transitan diversos tipos de vehículos, entre ellos, vehículos pesados y liviano la cual su perfil transversal de la vía está comprendido por un pavimento flexible de doble sentido con dos carriles, con veredas desnivelados

La vía se encuentra con fallas en la carpeta asfáltica lo cual, genera incomodidad de los usuarios al paso de los vehículos.

#### **4.1.1. Ubicación**

La zona de estudio se encuentra ubicado en la Av. Central a la altura del paradero 7 y la Av. Mariscal Cáceres del Distrito San Juan de Lurigancho Lima.

### **4.2. Estudios previos.**

#### **4.2.1. Estudios de laboratorio.**

Para cumplir con los objetivos se realizó pruebas de laboratorio en GECAT Ingeniería S.A.C, laboratorio dedicado a la Geotecnia, Geofísica, Geología, Topografía y ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, ubicado en Av. Héroes alto del Cenepa, Mz. A lote 6 Comas Trapiche, Lima Perú.

Los ensayos de laboratorio fueron:

Análisis de Contenido de humedad: Norma NTP 339. 185...ver anexo (4y8)

Peso específico y absorción: Norma NTP 400.021, NTP 400. 022.. ver anexo (6 y 11)

Peso unitario del agregado: Norma NTP 400.017 ... Ver anexo (5 y 10)

Análisis granulometría: Norma NTP 400.037, ASTM-C136...ver anexo (3 y 7)

Ensayo de resistencia a corte: Norma N.T.P. 339.084...ver anexo (16)

Ensayo de resistencia a flexión: Norma NTP 339.078... ver anexo (3 y 7)

Ensayo de módulo de elasticidad: ASTM C 469..... ver anexo (3 y 7)

Los ensayos se realizaron el laboratorio GECAT situado en la ciudad de lima.

### 4.3. Análisis de resultados

#### 4.3.1. Análisis de Contenido de humedad.

Ecuación de contenido de humedad.

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{\text{Peso de la Muestra Húmeda} - \text{Peso Muestra Seca}}{\text{Peso Muestra Seca}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(\text{Ec.0.5})$$

**Tabla 4.** *Contenido de humedad de agregado fino.*

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	M-1	M-2
Capsula N°	43	55
Peso tara + suelo humeo (gr)	371.4	460.2
Peso tara + suelo seco (gr)	366.2	451.1
Peso de agua (gr)	5.2	9.1
Peso de la tara(gr)	64.6	62.2
Peso del suelo seco (gr)	301.6	388.9
Contenido de Humedad (resultado) (%)	.7	2.3
<b>Resultado Promedio</b>	<b>2.04</b>	

*Fuente. propia.*

**Tabla 5.** Contenido de humedad de agregado grueso.

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	M-1	M-2
Capsula N°	17	274
Peso tara + suelo humeo (gr)	376.9	427.7
Peso tara + suelo seco (gr)	376.8	427.4
Peso de agua (gr)	0.1	0.3
Peso de la tara(gr)	64.6	62.2
Peso del suelo seco (gr)	312.2	365.2
Contenido de Humedad (resultado) (%)	0.03	0.07
<b>Resultado Promedio</b>	<b>0.05</b>	

*Fuente. propia realización.*

En la tabla 4 y 5 tenemos los resultados finales del contenido de humedad de los agregados fino y grueso tomando como valor promedio el resultado de dos muestras. Para el agregado fino 2.04% y para el agregado grueso 0.05%.



**Fotografía 1.** Muestra del agregado y secado en el horno.

#### **4.3.2. Peso específico y absorción.**

##### **a.- Agregado grueso:**

**Tabla 6.** Resultado de peso específico y absorción del agregado grueso.

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN</b>				
DESCRIPCIÓN		MUESTRA		PROMEDIO
		1	2	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	..... A	306.4	367.6	-
Peso Mat. Sat. Sup. Seco( Sumergido en agua)	... B	196.2	235.1	-
Vol. de Masa + Vol. de Vacíos = ...A - B	.....C	110.2	132.5	-
Peso Mat Seco a 105° C	..... D	304.7	365.1	-
Vol. De Masa = C-(A-D)	.....E	108.5	130	-
Peso específico aparente (T/m <sup>3</sup> )	..... D/C	2.765	2.755	<b>2.76</b>
peso específico Sat. Sup. Seca (T/m <sup>3</sup> )	.....A/C	2.781	2.774	<b>2.777</b>
peso específico nominal (T/m <sup>3</sup> )	.....D/E	2.808	2.808	<b>2.808</b>
absorción (%)......=(A-D)/D		0.55	0.69	<b>0.62</b>

*Fuente. propia realización.*



**Fotografía 2.** Agregado grueso sumergido y peso sumergido dentro de la canastilla.

**b.-Agregado fino:**

**Tabla 7.** Resultado de peso específico y absorción de agregado fino.

<b>GRAVEDAD ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>				
DESCRIPCIÓN		MUESTRA		PROMEDIO
		1	2	
Peso Mat.Sat. Sup. Seco (en aire)	..... A	200	208	-
Peso Fresco + agua	.....B	652.9	694.8	-
Peso Frasco + Agua +A	.....C	852.9	902.8	-
Peso del Mat + agua + Peso Fresco	.....D	781.3	828.4	-
Vol. de masa + Vol. de vacío = C-D	.....E	71.6	74.4	-
Peso de Mat seco en Estufa (105°C)	.....F	198.2	206.3	-
Vol. de Masa = E-( A-F )	.....G	69.8	72.7	-
Peso específico aparente (g/cm3) = F/E		2.768	2.771	<b>2.77</b>
Peso específico Sat. Sup. Seca (g/cm3) = A/E		2.793	2.794	<b>2.794</b>
Peso específico nominal (g/cm3)= F/G		2.84	2.836	<b>2.838</b>
Absorción (%)= ((A-F)/F)*100		0.91	0.82	<b>0.87</b>

*Fuente. propia realización.*



**Fotografía 3.** Agregado fino en la prueba cónico y uso del picnómetro.

### 4.3.3. Peso unitario del agregado.

#### a. Agregado grueso.

**Tabla 8.** *Peso unitario suelto del agregado grueso.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</b>					
DESCRIPCIÓN		UNID	M1	M2	M3
Peso del Material + Peso del Molde	.....A	Gr	6315	6326	6328
Peso de Molde	.....B	Gr	3310	3310	3310
Peso del Material	.....C = A-B	Gr	3005	3016	3018
Volumen del Recipiente	.....D	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Suelto	.....C/D	gr/cm <sup>3</sup>	1.441	1.116	1.447
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)		kg/m <sup>3</sup>		<b>1445</b>	

*Fuente. propia realización*

**Tabla 9.** *Peso unitario varillado del agregado grueso.*

<b>PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADOS GRUESO</b>					
DESCRIPCIÓN		UNID	M1	M2	M3
Peso del Material + Peso del Molde.....A		Gr	6927	6990	6982
Peso de Molde	.....B	Gr	3310	3310	3310
Peso del Material	.....C = A-B	Gr	3617	3680	3672
Volumen del Recipiente	.....D	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Suelto	.....C/D	gr/cm <sup>3</sup>	1.735	1.765	1.761
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)		kg/m <sup>3</sup>		<b>1754</b>	

*Fuente. propia realización*



**Fotografía 4.** *Compactado del agregado grueso*

b. Agregado fino.

**Tabla 10.** *Peso unitario suelto del agregado fino.Fuente. propia realización*

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADOS FINO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	
Peso del Material + Peso del Molde .....A	Gr	6480	6395	6380	
Peso de Molde .....B	Gr	3310	3310	3310	
Peso del Material .....C = A-B	Gr	3170	3085	3070	
Volumen del Recipiente .....D	cm3	2085.24	2085.24	2085.24	
Peso Unitario Suelto .....C/D	gr/cm3	1.52	1.48	1.47	
<b>Peso Unitario Suelto (RESULTADO)</b>	<b>kg/m3</b>		<b>1490</b>		

**Tabla 11.** *Peso unitario varillado del agregado fino.*

<b>PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO FINO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	
Peso del Material + Peso del Molde.....A	gr	7267	7206	7235	
Peso de Molde .....B	gr	3310	3310	3310	
Peso del Material .....C = A-B	gr	3957	3896	3925	
Volumen del Recipiente .....D	cm3	2085.24	2085.24	2085.24	
Peso Unitario Suelto .....C/D	gr/cm3	1.898	1.868	1.88	
<b>Peso Unitario Suelto (RESULTADO)</b>	<b>kg/m3</b>		<b>1883</b>		

*Fuente. propia realización.*



**Fotografía 5.** Compactado de agregado fino.

**Tabla 12.** Resumen de peso unitario y vacío de los agregados grueso y fino.

<b>PESO UNITARIO DE LOS GREGADOS</b>				
	<b>AGREGADO GRUESO</b>		<b>AGREGADO FINO</b>	
<b>MUESTRA</b>	Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso Unitario Varillado (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	Peso Unitario Varillado(g/cm <sup>3</sup> )
1	1.441	1.735	1.52	1.898
2	1.446	1.765	1.48	1.868
3	1.447	1.761	1.47	1.88
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.445</b>	<b>1.754</b>	<b>1.49</b>	<b>1.883</b>

*Fuente. propia realización*

En la tabla 12 se puede observar el resultado final del peso unitario suelto y varillado de los agregados grueso y fino tomando como promedio de 3 muestras realizado en laboratorio.

#### 4.3.4. Granulometría.

##### a.- Agregado grueso:

para poder determinar el tamaño nominal máximo del agregado grueso tiene q pasar por los siguientes tamices 1", ¾", 1/2", 3/8", #4.

El peso de la muestra ensayada es de:

W Total: 517.99 gr

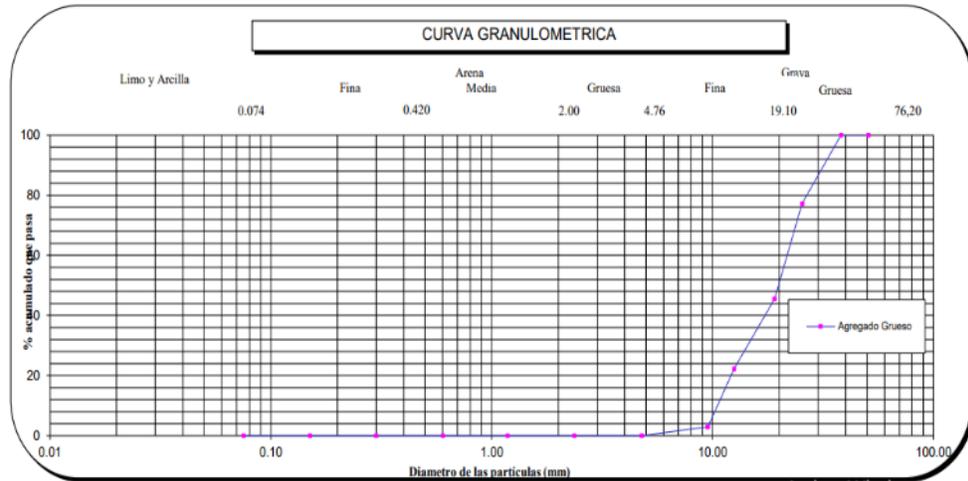
**Tabla 13.** *Análisis granulométrico del agregado grueso.*

ASTM C 136 MTC E 204		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO			
Malla		Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2 "	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2 "	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1 "	25.400	118.3	22.8	22.8	77.2
3/4"	19.100	163.7	31.6	54.5	45.5
1/2"	12.500	120.7	23.3	77.8	22.2
3/8"	9.520	100.0	19.3	97.1	2.9
N° 4	4.760	15.2	2.9	100.0	0.0
N° 8					
N° 16					
N° 30					
N° 50					
N° 100					
N° 200					
- N° 200		-			

*Fuente. propia realización*

De la tabla anterior se interpreta los porcentajes que pasan del agregado grueso para la elaboración del concreto según la Norma ASTM C136.

El porcentaje retenido acumulado en malla N° 4 es de 100.



**Figura 9.** Curva granulométrica del agregado grueso

*Fuente. propia*

En esta figura podemos observar el porcentaje acumulado que pasa el agregado grueso.

De acuerdo a la clasificación (AASHTO) y la clasificación (SUCS) contiene material **grava pobremente gradada (GP) del grupo A-1-a (0)** con la determinación de un suelo Bueno.



**Fotografía 6.** Tamizado del agregado grueso.

**b.- Agregado fino:**

Seleccionar los tamices #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.

Para una muestra inicial de 101.38 gr.

**Tabla 14.** Análisis granulométrico del agregado fino.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO					
Malla		Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2 "	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2 "	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1 "	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	1.1	1.0	1.0	99.0
N° 8	2.360	11.3	10.4	11.4	88.6
N° 16	1.180	28.2	26.2	37.6	62.4
N° 30	0.600	18.4	17.1	54.7	45.3
N° 50	0.300	28.6	26.6	81.3	18.7
N° 100	0.150	11.5	10.7	91.9	8.1
N° 200	0.075	2.3	2.1	94.1	5.9
- N° 200	<b>ASTM D 1140</b>	-	5.9	100.0	-

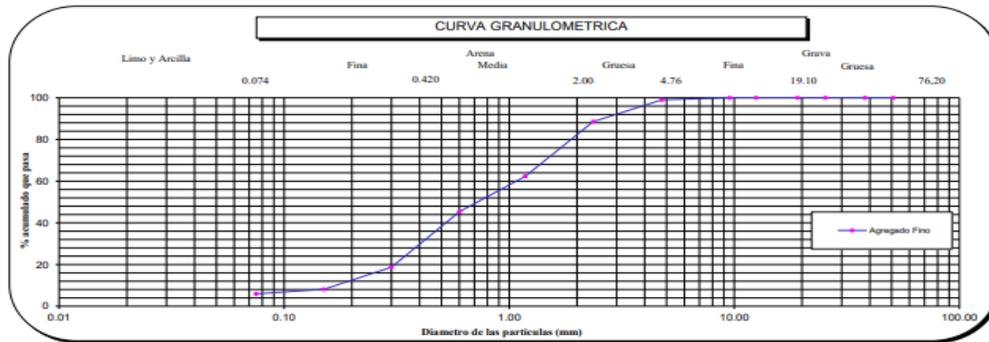
*Fuente. propia*

En la tabla podemos observar el porcentaje de suelo que pasa por distintos tamices, donde tenemos como resultado la descripción e identificación de los suelos según ASTM D2488:

Grava (Ret #4) = 1.00

Arena = 93.06

Fino (Pas. #200) = 5.94



**Figura 10.** Curva granulométrica de agregado fino.

*Fuente. propia*

En la figura 10 observamos el porcentaje acumulado que pasa el agregado fino .

De acuerdo a la clasificación (AASHTO) y la clasificación (SUCS) el agregado fino ensayado contiene **arena pobremente gradada con limo** del grupo A-1-b (0) con la determinación de un suelo Bueno.



**Fotografía 7.** Tamizado del agregado fino.

Ecuación de módulo de finura (MF).

$\Sigma$ Retenido Acumulado Tamicez

.....( Ec .06)

$$MF = \frac{(N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$


MODULO DE FINURA	
Ideal	2.5 - 3.0

 **MF= 2.78**

#### 4.3.5. Diseño de mezcla

Para este diseño de mezcla se consideró una resistencia a la comprensión a los 28 días  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Lo cual conlleva a una relación agua / cemento de 0.56

También cabe recalcar que para el diseño se tomó en cuenta el método del ACI 211, se eligió un asentamiento de 3".

#### a.-Características de los agregados.

##### ➤ **Cemento.**

El cemento utilizado para nuestro concreto es:

MARCA		Andino
TIPO		
I		
PESO ESPECÍFICO		3.120g/cm <sup>3</sup>
FACTOR CEMENTO		8.13 bolsas/m <sup>3</sup>

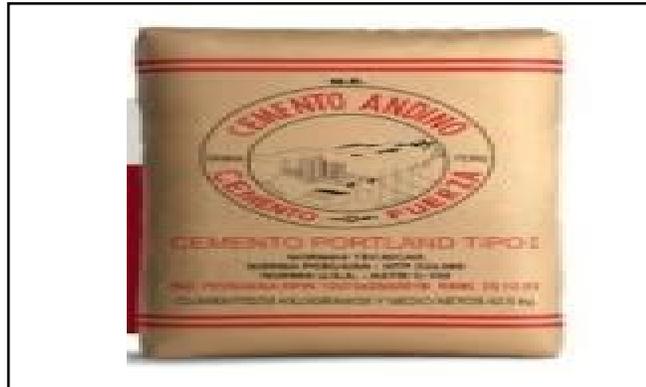
Ecuación de factor de cemento:

$$FC = \frac{\text{Volumen de agua de mezcla}}{a/c} = \frac{193}{0.5668} \dots\dots (\text{Ec.07})$$

$$FC=340.508 \text{ Kg/m}^3$$

Que traduciendo a bolsas / m<sup>3</sup> será:

$$FC= (340.508 \text{ Kg/m}^3) /42.5 = 8.012 \text{ bolsas /m}^3$$



**Figura 11.** *Cemento andino tipo I.*

**Fuente.** *propia*

#### **b.-Fibra sintética:**

para la realizacion de una nuestra investigacion se tomo en cuenta la fibra sintetica de polipropileno de comercial SkaFiber

La dosis requerida para la mezcla de concreto es dada por el fabricante. Según la indicación de la ficha técnica citado como anexo 10, la dosis recomendada es de 3 a 10  $kg/m^3$ , se tomó 2 valores de dosificación promedio de 4  $kg/m^3$ , 7  $kg/m^3$ .



**Figura 12.** SikaFiber. Fibra de polipropileno

*Fuente. propia*

**Tabla 15.** Ficha técnica de fibra polipropileno.

### INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	No absorbe.	
Resistencia a la Tensión	~465 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	(EN 14889-2)
Módulo de Elasticidad	~7,5 kN/mm <sup>2</sup> (GPa)	(EN 14889-2)

### INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada	3 -10 kg/m <sup>3</sup>
Compatibilidad	Compatible con otros productos Sika®.

Fuente: Adaptado por sika.

**Tabla 16.** *Características de los agregado fino y grueso.*

<b>IDENTIFICACION</b>	<b>FINO</b>	<b>GRUESO</b>
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.77	2.76
Peso unitario suelto seco (kg/m <sup>3</sup> )	1490	1445
Peso unitario seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1883	1754
Absorción (%)	0.87	0.62
Contenido de Humedad (%)	2.04	0.05
Modulo de Fineza	2.78	
Tamaño Maximo nominal (Pulg.)		1

*Fuente. propia realización.*

**Tabla 17.** *Diseño teórico de concreto con cemento portland.*

<b>PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO</b>		
	Cemento	345.6 kg
Valores de diseño de mezcla en seco.	Agregado fino	704.0kg
	Agregado grueso	1178.7kg
	Agua	193.0 litros
Valores de diseño corregidos por humedad de los agregados .	Cemento	345.6kg
	Agregado fino	718.4kg
	Agregado grueso	1179.3kg
	Agua	191.5 litros

*Fuente. es de propia realización.*

**Tabla 18. Proporcionamiento en peso y volumen de la mezcla.**

<b>DOSIFICACIÓN SIN FIBRA DE POLIPROPILENO</b>			
	<b>PESO</b>		<b>VOLUMEN</b>
	<b>PESO(kg) X M3</b>	<b>PROP.PESO</b>	<b>PROP.VOL</b>
<b>Cemento</b>	345.6 kg	1	1
<b>Agregado fino</b>	718.4 kg	2.08	2.05
<b>Agregado grueso</b>	1179.3 kg	3.41	3.54
<b>Agua</b>	191.5 Litros	23.55(Litro/bol.)	23.55 (Litro/bol)

*Fuente. es de propia realización.*

**Tabla 19. Proporcionamiento en peso y volumen de la mezcla con fibra al 4%.**

<b>DOSIFICACIÓN SIN FIBRA DE POLIPROPILENO</b>			
	<b>PESO</b>		<b>VOLUMEN</b>
	<b>PESO(kg) X M3</b>	<b>PROP.PESO</b>	<b>PROP.VOL</b>
<b>Cemento</b>	345.6 kg	1	1
<b>Agregado fino</b>	718.4 kg	2.08	2.05
<b>Agregado grueso</b>	1179.3 kg	3.41	3.54
<b>Agua</b>	191.5 Litros	23.55(litro/bol.)	23.55 (litro/bol)
<b>Fibra Polipropileno</b>	400gr		400 gr

*Fuente. es de propia realización.*

**Tabla 20.** *Proporciona miento en peso y volumen de la mezcla con fibra al 7%.*

<b>DOSIFICACIÓN SIN FIBRA DE POLIPROPILENO</b>			
	<b>PESO</b>		<b>VOLUMEN</b>
	<b>PESO(kg) X M3</b>	<b>PROP.PESO</b>	<b>PROP.VOL</b>
<b>Cemento</b>	345.6 kg	1	1
<b>Agregado fino</b>	718.4 kg	2.08	2.05
<b>Agregado grueso</b>	1179.3 kg	3.41	3.54
<b>Agua</b>	191.5 Litros	23.55(litro/bol.)	23.55 (litro/bol)
<b>Fibra Polipropileno</b>	700gr		700 gr

*Fuente. es de propia realización.*



**Fotografía 8.** *Preparación de la mezcla.*



**Fotografía 9.** *Preparación del concreto en los moldes.*



**Fotografía 10.** *Curado de las probetas y viga.*

En la fotografía 10,11 y 12 podemos observar la mezcla del concreto natural y con distintas proporciones de fibra al 4% y 7%, se procede a colocar en los moldes para posteriormente llevarlo al curado donde se fue retirando por días de curado a los 7 días, 14 días y a los 28 y finalmente llevarlo a ensayos de tracción diametral, flexión y módulo de elasticidad.

#### **4.4. Resultados**

##### **4.4.1 Evaluación de la resistencia a corte del concreto mediante la adición de fibras sintéticas**

Para evaluar la resistencia a corte utilizamos de ensayo de tracción por compresión diametral según la norma ASTM C 496, que consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a toda la longitud de una probeta cilíndrico de concreto a una velocidad prescrita hasta el momento que ocurra la falla.

Según la Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.084 la carga máxima soportada por el espécimen antes de la falla es dividida por un factor geométrico apropiado, para obtener la resistencia a la tracción por compresión, expresado en kg/cm<sup>2</sup>.

El objetivo de este ensayo es obtener el esfuerzo máximo que soporta la probeta.

Para este ensayo se prepararon 9 probetas lo cual fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días, con una relación de a/c = 0.56. Los cuales 3 probetas son para proporción de fibra.

concreto tradicional sin fibra.

concreto con fibra al 4%

concreto con fibra al 7%

A continuación, se muestra los cuadros de **resultados de resistencia obtenidos en laboratorio.**

Basados en la norma ASTM C 496 M-17

**Tabla 21.** Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto tradicional sin fibra de polipropileno.

DISEÑO	DIAS	CARGA DE	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA SIN	FUERZA (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO
		ROTURA (kg)				CORREGIR		DE FALLA
<b>0.0% Fibra</b>	7	6,251	20.1	10	78.54	19.8	20	Diametral
<b>De</b>	14	8,186	20	10.1	80.12	25.8	26	Diametral
<b>Polipropileno</b>	28	8,577	20	10	78.54	27.3	27	Diametral

*Fuente. es de propia realización.*

En esta tabla podemos observar el resultado de la resistencia obtenida en el laboratorio del concreto tradicional sin fibra en edades de 7, 14 y 28 días. Obteniendo el resultado al día 7 de edad una resistencia de 20 kg/cm<sup>2</sup>, al día 14 de edad una resistencia de 26 kg/cm<sup>2</sup> y por último el día 28 de edad una resistencia de 27 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22.** Resistencia a tracción por compresión diametral- concreto con 4 % de fibra de polipropileno.

DISEÑO	DIAS	CARGA DE	ALTURA	DIAMETRO	AREA	FUERZA	FUERZA	TIPO
		ROTURA	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	S/C	(kg/cm <sup>2</sup> )	DE
		(kg)				(kg/cm <sup>2</sup> )		FALLA
4%	7	7,366	20.1	10.1	80.12	23.1	23	Diametral
Fibra de	14	9,551	20	10.1	80.12	30.1	30	Diametral
Polipropileno	28	10,619	20	10	78.54	33.8	34	Diametral

*Fuente. es de propia realización.*

En esta tabla podemos observar el resultado de la resistencia obtenida en el laboratorio del concreto con la adición de fibra al 4% en edades de 7, 14 y 28 días. Obteniendo el resultado al día 7 de edad una resistencia de 23 kg/cm<sup>2</sup>, al día 14 de edad una resistencia de 30 kg/cm<sup>2</sup> y por último el día 28 de edad una resistencia de 34 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 23.** Resistencia a tracción por comprensión diametral – concreto con 7% de fibra Polipropileno.

DISEÑO	DIAS	CARGA DE	ALTURA	DIAMETRO	AREA	FUERZA	FUERZA	TIPO
		ROTURA	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	S/C	(kg/cm <sup>2</sup> )	DE
		(kg)				(kg/cm <sup>2</sup> )		FALLA
7%	7	9,025	20.1	10.1	80.12	28.30	28	Diametral
Fibra de	14	11,791	20	10.1	80.12	37.16	37	Diametral
Polipropileno	28	13,105	20	10	78.54	41.70	42	Diametral

Fuente. es de propia realización.

En esta tabla podemos observar el resultado de la resistencia obtenida en el laboratorio del concreto con la adición de fibra al 7% en edades de 7, 14 y 28 días. Obteniendo el resultado al día 7 de edad una resistencia de 28 kg/cm<sup>2</sup>, al día 14 de edad una resistencia de 37 kg/cm<sup>2</sup> y por último el día 28 de edad una resistencia de 42 kg/cm<sup>2</sup>.

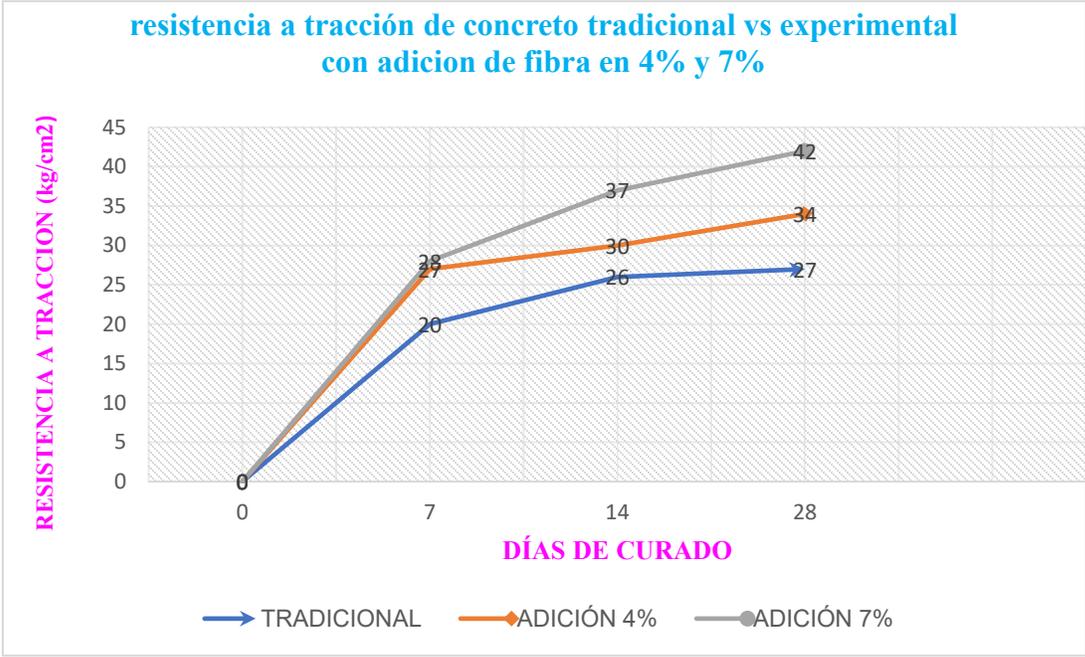
**Tabla 24.** Resumen de la resistencia a tracción a los 28 días de edad del concreto tradicional sin fibra, con fibra de 4% y 7%.

DISEÑO	FIBRA	CARGA DE	ALTURA	DIAMETRO	AREA	FUERZA	FUERZA	TIPO
		ROTURA	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	S/C	(kg/cm <sup>2</sup> )	DE
		(kg)				(kg/cm <sup>2</sup> )		FALLA
Concreto	0%	8,577	20	10	78.54	27.3	27	Diametral
	4%	10,619	20	10	78.54	33.8	34	Diametral
	7%	13,105	20	10	78.54	41.70	42	Diametral

Fuente. es de propia realización.

En la tabla 24 observamos el resumen de la resistencia a tracción diametral día 28 de edad del concreto tradicional sin fibra alcanza una resistencia de 27.30 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adicción de 4% de fibra una resistencia de 33.80 kg/cm<sup>2</sup> y con adicción de 7% una resistencia de 41.71 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se concluye que la adición de fibra favorece al concreto, obteniendo una resistencia mayor.

**Figura 13.** Comparación de la resistencia a tracción de un concreto tradicional VS concreto con adicción de fibra de polipropileno en 4% y 7%.



Fuente. es de propia realización.

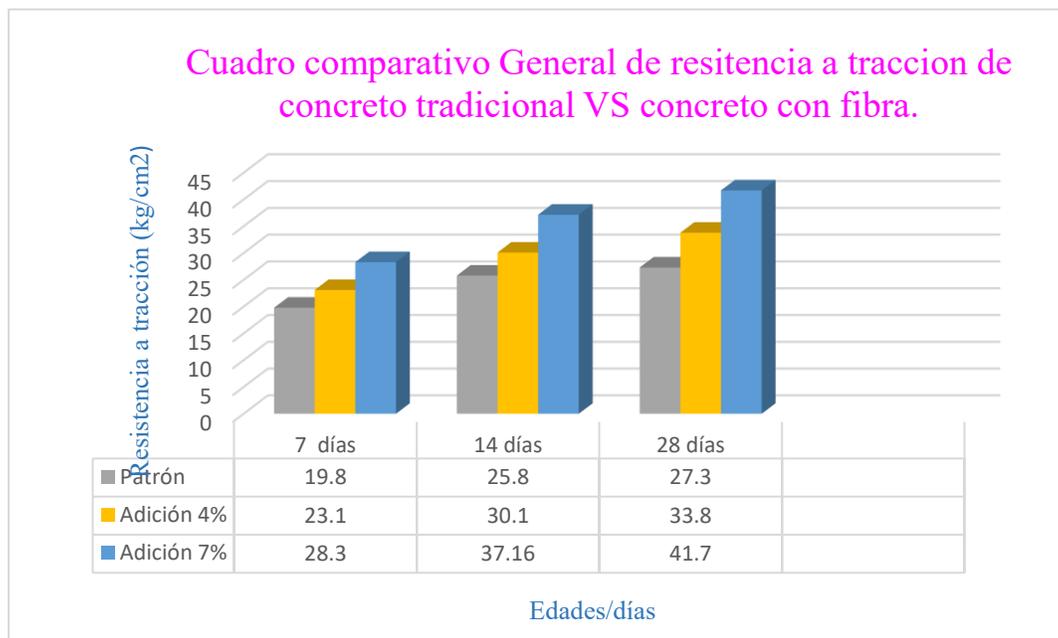
En la figura 14 observamos la comparación de la resistencia a corte de concreto tradicional vs el concreto con adicción de fibra de 4% y 7% obteniendo lo siguiente:

día 7 de edad el concreto tradicional tiene una resistencia de 19.80 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adicción de 4% de fibra una resistencia de 23.10 kg/cm<sup>2</sup> y con adicción de 7% de fibra una resistencia de 28.30 kg/cm<sup>2</sup>.

día 14 de edad el concreto tradicional tiene una resistencia de 25.80 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adicción de 4% de fibra una resistencia de 30.10 kg/cm<sup>2</sup> y con adicción de 7% una resistencia de 37.16kg/cm<sup>2</sup>.

por último, tenemos el día 28 de edad el concreto tradicional tiene una resistencia de 27.30 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adicción de 4% de fibra una resistencia de 33.80 kg/cm<sup>2</sup> y con adicción de 7% una resistencia de 41.71 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 14.** Comparación de resistencia del concreto tradicional VS concreto con adición de fibra al 4% y 7% por día de curado.



*Fuente. propia.*

En la figura numero 15 podemos observar el resultado del cuadro comparativo de la resistencia a tracción de nuestro concreto tradicional vs el concreto con la adición de la fibra en 2 proporciones 4% y 7% en los días de curado, verificamos como los

valores de la resistencia se va incrementando a medida que se va agregando porcentaje de fibra.

#### 4.4.2. Cuantificar la resistencia a la flexión del concreto mediante la adición de fibras sintéticas

El objetivo de este ensayo es medir el comportamiento de los materiales sometidos a la carga de las vigas simples, para ello utilizamos 9 vigas, 3 para concreto tradicional sin fibra y 6 para el concreto con distintas proporciones de fibra, lo cual fueron ensayadas en los días 7, 14 y 28.

Todo esto basado en la norma ASTM C78 y la Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.078.... ver anexo (19).

A continuación, se muestra los cuadros de **resultados de resistencia a flexión en laboratorio**.

**Tabla 25.** Resistencia a la flexión– concreto tradicional sin fibra.

DISEÑO	DIAS	CARGA DE ANCHO		PERALTE (h) (cm)	CLARO (L) (cm)	MODULO	MODULO
		ROTURA (b) (kg)	(cm)			DE ROTURA S/C (kg/cm <sup>2</sup> )	DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
0.0%	7	1,944	15.1	15.0	45.1	25.8	26
Fibra de	14	2,333	15.0	15.1	45.0	30.7	31
Polipropileno	28	2,475	15.0	15.0	45.1	33.30	33

Fuente. propia

En la tabla 25 observamos el resultado del ensayo resistencia a la flexión del concreto tradicional obteniendo el módulo de rotura en las edades de 7, 14 y 28 días expresado en kg/cm<sup>2</sup>. En el día 7 de edad un módulo de rotura de 26 kg/cm<sup>2</sup>, día

14 de edad un módulo de rotura 31 kg/cm<sup>2</sup> y por último día 28 de edad un módulo de rotura de 33 kg/cm<sup>2</sup>, en la cual la tendencia es a aumentar.

**Tabla 26.** Resistencia a la flexión– concreto con adición de fibra al 4%.

DISEÑO	DIAS	CARGA DE ANCHO		PERALTE (h) (cm)	CLARO (L) (cm)	MODULO DE ROTURA S/C (kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
		ROTURA (kg)	(b) (cm)				
4%	7	2,449	15.0	15.1	45.1	32.3	32
Fibra de	14	2,929	14.9	15.1	45.0	38.8	39
Polipropileno 28		3,077	15.1	14.9	45.1	41.40	41

Fuente. propia

En la tabla 26 observamos el resultado del ensayo resistencia a la flexión del concreto con adición de fibra al 4% obteniendo el módulo de rotura en las edades de 7,14 y 28 días expresado en kg/cm<sup>2</sup>. En el día 7 de edad un módulo de rotura es de 32 kg/cm<sup>2</sup>, día 14 de edad un módulo de rotura 39 kg/cm<sup>2</sup> y por último día 28 de edad un módulo de rotura de 41 kg/cm<sup>2</sup>, en la cual la tendencia es a aumentar.

**Tabla 27.** Resistencia a la flexión– concreto con adición de fibra al 7%.

DISEÑO	DIAS	CARGA DE ANCHO		PERALTE (h) (cm)	CLARO (L) (cm)	MODULO DE ROTURA S/C (kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
		ROTURA (kg)	(b) (cm)				
7%	7	2,795	14.9	15.1	45.0	37.02	37
Fibra de	14	3,633	15.0	15.1	45.0	47.80	48
Polipropileno 28		3,812	15.1	15.0	45.1	50.60	51

Fuente. propia

En la tabla 27 observamos el resultado del ensayo resistencia a la flexión del concreto con adición de fibra al 7% obteniendo el módulo de rotura en las edades de 7, 14 y 28 días expresado en kg/cm<sup>2</sup>. En el día 7 de edad un módulo de rotura es de 37 kg/cm<sup>2</sup>, día 14 de edad un módulo de rotura 48 kg/cm<sup>2</sup> y por último día 28 de edad un módulo de rotura de 51 kg/cm<sup>2</sup>, en la cual la tendencia es a aumentar.

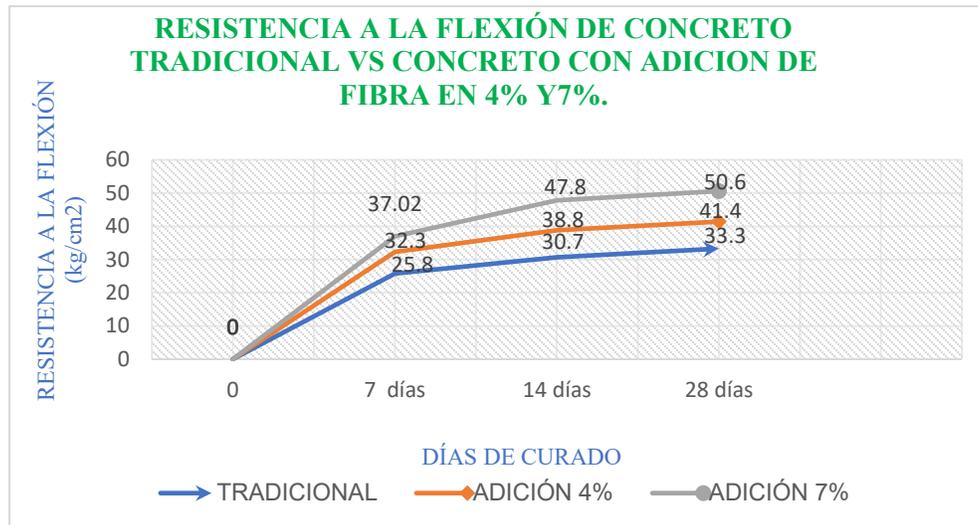
**Tabla 28.** Resumen de la resistencia a la flexión a los 28 días de edad del concreto tradicional sin fibra, con fibra de 4% y 7%.

DISEÑO	FIBRA	CARGA DE ANCHO		PERALTE	CLARO	MODULO	MODULO
		ROTURA (kg)	(b) (cm)	(h) (cm)	(L) (cm)	DE ROTURA S/C (kg/cm <sup>2</sup> )	DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
	0%	2,475	15.0	15.0	45.1	33.30	33
Concreto	4%	3,077	15.1	14.9	45.1	41.40	41
	7%	3,812	15.1	15.0	45.1	50.60	51

*Fuente. Propia*

En la tabla n°28 obtenemos el resumen del resultado del ensayo de resistencia a flexión para el día 28 de edad del concreto tradicional sin fibra que tuvo un módulo de rotura de 33.3 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adicción de 4% de fibra de 41.4 kg/cm<sup>2</sup> y con adicción de 7% un módulo de rotura de 50.6 kg/cm<sup>2</sup>, los cual indica que a mayor porcentaje de fibra mayor es la flexión, siendo conveniente, puesto q la losa del pavimento trabaja a flexión.

**Figura 15.** Comparación de la resistencia a la flexión de concreto tradicional vs el concreto con fibra de 4% y 7%.



Fuente. Propia

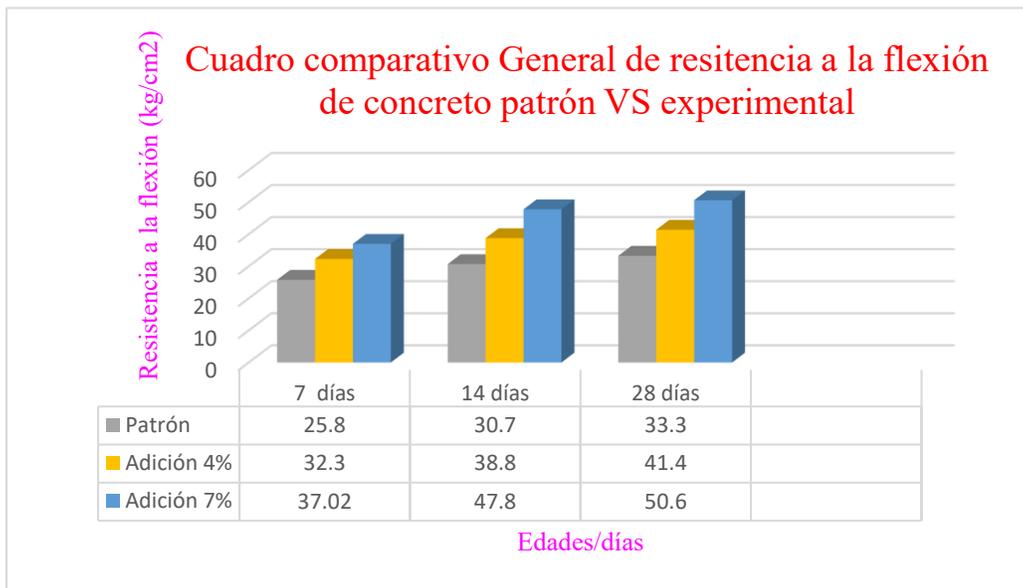
En la figura 16 observamos la comparación de la resistencia a la flexión de concreto tradicional vs el concreto con adición de fibra de 4% y 7% obteniendo lo siguiente:

día 7 de edad el concreto tradicional tiene un módulo de rotura de 25.8 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adición de 4% de fibra un módulo de rotura de 32.3 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 7% el módulo de rotura de 37.02 kg/cm<sup>2</sup>

día 14 de edad el concreto tradicional tiene un módulo de rotura de 30.7 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adición de 4% de fibra un módulo de rotura de 38.8 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 7% el módulo de rotura de 47.8 kg/cm<sup>2</sup>

por ultimo tenemos el día 28 de edad el concreto tradicional tiene un módulo de rotura de 33.3 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con adición de 4% de fibra un módulo de rotura de 41.4 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 7% el módulo de rotura de 50.6 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 16.** Cuadro comparativo general de la resistencia a la flexión de concreto sin fibra vs el concreto con adición de fibra.



*Fuente. propia.*

En la figura 17 podemos observar un cuadro comparativo entre el concreto tradicional sin fibra y del concreto con adición de fibra, con adición de 4% y 7% que hay un efecto en el aumento de la resistencia a la flexión a medida que se adiciona mayor porcentaje de fibra de polipropileno y del día de curado.

#### **4.4.3. Análisis del módulo de elasticidad del concreto mediante la adición de fibras sintéticas**

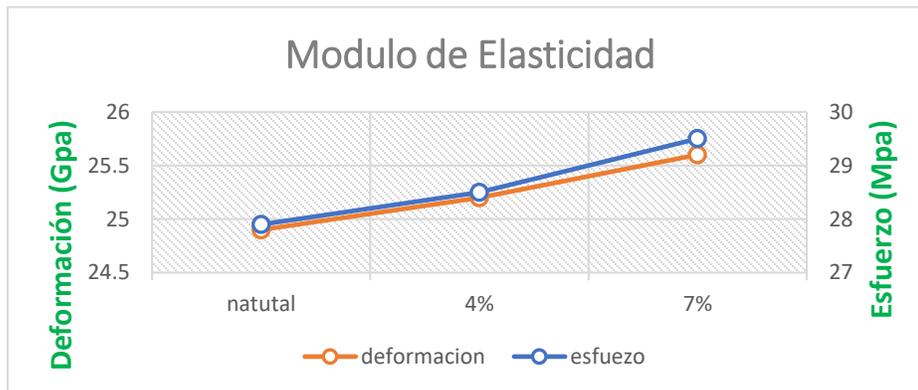
A continuación, tenemos el resultado de laboratorio con referente al módulo de elasticidad de las probetas de concreto tradicional y las probetas con adición de fibra sintética al 4% y 7% a los 28 días, tomando como referencia ASTM C469 y ASTM - D7012-14 Método A y D. .... Ver anexo (22)

**Tabla 29.** Resumen del resultado de ensayo de módulo de elasticidad a los 28 de edad.

Diseño	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Carga (KN)	Resistencia ala Comprensión (Mpa)	Módulo de Elasticidad E (Gpa)	Relación de Poisson $\mu$
Tradicional	10.2	20.5	162.9	27.9	24.9	0.2
Con Fibra al 4%	10.2	20.6	169.4	28.5	25.2	0.2
Con Fibra al 7%	10.2	20.6	161.1	29.5	25.6	0.2

Fuente. Propia

**Figura 17.** Resultado de constantes elásticas.



Fuente. es de propia realización.

En la figura 18 tenemos el resultado del módulo de elasticidad que va depender de la resistencia del concreto.

Los resultados de las constantes elásticas para un concreto tradicional sin fibra obtenemos una deformación de 253909.3 kg/cm<sup>2</sup> así mismo para un concreto con adición de 4 % tiene una deformación de 256968.5 kg/cm<sup>2</sup>, por ultimo para un concreto con el 7% de fibra presenta una deformación de 261047.4 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se concluye que a medida se incrementa fibra al concreto la deformación es mayor

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADO**

#### **5.1. DISCUSIÓN 1.**

La resistencia a corte del concreto mediante la adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, es de 27.30 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto tradicional, 33.80 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto con adición de 4% de fibra y 41.71 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto con adición de 7% de fibra. Lo cual mayor porcentaje de fibra mayor es el porcentaje de resistencia.

Al respecto Chávez Quiñonez (2018) citado como antecedente nacional que concluye que la secuela de ensayos o experimentos de aguante a la tracción por compresión diametral de conformidad a NTP 339.084:2012 similar a ASTM C496/C496M-11 proyectó más resistencia los recipientes de experimentos añadidas con 5% de fibra de agave con 35.82 kg/cm<sup>2</sup> sobre un 33.16 kg/cm<sup>2</sup> del patrón concreto. Igualmente, López, (2015) concluye que, respecto a las características mecánicas, las macro fibras de polipropileno dan un acrecentamiento chico en el aguante a los períodos de veinte y ocho y noventa días, con relación al concreto sin fibras. El aguante a corte se acrecienta de modo proporcional al agotamiento de fibra; de igual forma, la proporción que simboliza la resistencia a tensión con referencia a la de compresión acrecienta con el dispendio de fibra.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo 01 son consistente con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo fue alcanzado.

## **5.2. DISCUSIÓN 2.**

La resistencia a flexión del concreto mediante la adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping. Es de 33.3 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto tradicional, 41.4 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto con adición de 4% de fibra y 50.6 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto con adición de 7% de fibra lo cual mayor porcentaje de fibra mayor es el porcentaje de módulo de rotura.

Al respecto Armas Aguilar (2016), citado como antecedente nacional concluye que el aguante a la flexibilidad es un 20 % del aguante a la compresión, uno y otro son concreto convenido. La añadidura de fibra de polipropileno en el concreto hidráulico crea un aumento cercano de 14% del módulo de fractura a flexión cuando se usa una dosis de fibra de polipropileno de 400 gr/m<sup>3</sup> de concreto. Se verificó de modo estadístico que la contribución si es importante. Asimismo, Patazca, P. y Tafur, J. (2015) Citado como antecedente nacional obtuvo que la resistencia a flexión de los especímenes curados con fibra sintética acrecienta en: Un +16% dosis 1 (Mr = 40 kg/cm<sup>2</sup>) Un +20% dosis 2 (Mr = 42 kg/cm<sup>2</sup>) Un +25% dosis 3 (Mr = 43 kg/cm<sup>2</sup>), siendo similares las consecuencias conseguidas en la investigación.

Como podemos ver los valores determinados para el objetivo 02 son consistente con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo fue alcanzado.

## **5.3. DISCUSIÓN 03.**

El módulo de elasticidad del concreto por medio de la añadidura de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping fue de 253909.3 kg/cm<sup>2</sup> así mismo para un concreto con adición de 4 % tiene una deformación de 256968.5 kg/cm<sup>2</sup>, por ultimo para un concreto con el 7% de fibra presenta una deformación de 261047.4 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se concluye que a mediada se incrementa fibra al concreto la deformación es mayor. Los resultados cumplieron con la norma y la formula dada para el cálculo de módulo

de elasticidad  $E=15000\sqrt{f'}$  considerando así que cuanto más fibra agregada al concreto la resistencia sube y por ende la deformación ya que el módulo de elasticidad va depender de la resistencia del concreto.

Al respecto según López Román (2015), citado como antecedente internacional concluye que acorde aumenta el dispendio de fibras metálica, el módulo de elasticidad acrecienta; para el concreto referido se consiguió un módulo de elasticidad de 212,913 kg/cm<sup>2</sup> , la mezcla que exhibió superior módulo de elasticidad fue la M3 con un dispendio de fibra de 60 kg/m<sup>3</sup> . Para las macrofibras las valías del módulo de elasticidad para la M5, M6 y M8 son menores al del propio concreto sin fibras. Los concretos con fibras cortas de acero muestran un desvío normal de 2,145 kg/cm<sup>2</sup> y las macrofibras de 4,991 kg/cm<sup>2</sup>.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo 03 son consistente con los antecedentes, por consiguiente, el objetivo fue alcanzado.

## CONCLUSIONES

1. Las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, cambian significativamente y de forma positiva, ya que el concreto modificado con la adición de fibra proporciona un incremento importante en los valores de las propiedades mecánicas cumpliendo con los parámetros establecidos en las NTP 339.084, NTP 339.034, NTP 339.078, y obteniendo así una mejora óptima y una mayor durabilidad del pavimento.
2. La resistencia a corte del concreto tradicional sin fibra aumentó a 27.30 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 4% de fibra a 33.80 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 7% de fibra a 41.71 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se concluye que a mayor porcentaje de fibra sintética favorece al concreto logrando así un mayor porcentaje de resistencia.
3. La resistencia a flexión del concreto según los resultados obtenidos, para un concreto tradicional aumento a 33.3 kg/cm<sup>2</sup>, para un concreto con adición de 4% de fibra a 41.4 kg/cm<sup>2</sup> y para un concreto con adición de 7% de fibra a 50.6 kg/cm<sup>2</sup>. De tal forma se concluye que a mayor porcentaje de fibra, mayor el porcentaje a flexión.
4. El módulo de elasticidad del concreto tradicional sin fibra aumento a 253909.3 kg/cm<sup>2</sup> así mismo para un concreto con adición de 4 % tiene una deformación de 256968.5 kg/cm<sup>2</sup>, por último, para un concreto con el 7% de fibra presenta una deformación de 261047.4 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se concluye que a medida que se incrementa fibra sintética al concreto la deformación es mayor.

## RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda el uso de las fibras de polipropileno en un 7% de la mezcla de concreto, ya que mejora en mayor medida los resultados de la resistencia a compresión, corte, flexión y coeficiente de elasticidad con respecto a los resultados de un concreto tradicional sin fibra.
- 2.** Se recomienda realizar más ensayos al concreto con fibra, tanto endurecido como fresco, en proporciones superiores a lo investigado en el presente estudio, en las cuales se puede determinar si el concreto con adición de fibra tiene otro beneficio no considerado en la investigación.
- 3.** Se recomienda seguir las indicaciones del fabricante en cuanto a manipulación y transporte del material de fibra sintética, para optimizar sus propiedades en combinación con las del concreto.
- 4.** Se recomienda emplear el concreto Whitetopping con adición fibra como una técnica innovadora para reparar pavimento flexible con daños superficiales, ya que es una técnica que genera mayores cualidades de resistencia e incrementa la durabilidad, tal como se ha comprobado en los estudios realizados en la presente investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, M. N. (2015). *Aseguramiento y evaluación de las patologías de los divisores de la mano de obra, secciones y cercas de concretos de luz de concreto cerca del establecimiento instructivo Eleazar Guzmán Barrón N ° 88013, localidad de Chimbote*. Chimbote: ULADECH.
2. Albarrá, S. (2017). *Aseguramiento y evaluación de las patologías del cemento en los segmentos, separadores y recubrimientos del trabajo limitado de concreto de la pista situada en la plaza*. Chimbote, Perú: ULADECH.
3. Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Worldcolor.
4. Borja, S. M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.
5. Buendia, W. A. (2018). *DISEÑO DE LA REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO*. TRUJILLO.
6. Calderón, S. J. (2010). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN POSTGRADO*. Lima, Perú.
7. CARLOS, B. I. (2018). *“UTILIZACIÓN DE ULTRA-THIN WHITETOPPING COMO MÉTODO DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA CIUDAD DE TACNA”*. Tacna.
8. Castillo, L. (2005). *Análisis Documental*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
9. Cebrián, F. M. (2011). *“Comportamiento Mecánico del Hormigón Reforzado con*.
10. Chavez Quiñonez, A. S. (2018). *Adición de 5% y 10% de fibra de agave en la resistencia a la tracción de un concreto de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*. huaraz- peru.
11. Chunhua Han, P. P. (2005). *Synthesis of Current Minnesota Practices*.
12. Colmenares, E. H. (2012). *WHITETOPPING – UNA ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN*. *Revista Digital Apuntes de Investigación VOL 4*.
13. Creswell, J. W. (2009). *Diseño de Investigación*. Nebraska. USA: SAGE.

14. Dewar, J. D. (1964). *The Indirect Tensile Strength of Concretes of High Compressive*. USA: Blackie Academic & Professional.
15. Domínguez, R. N. (2013). La adherencia en el concreto reforzado: breve revisión histórica de la investigación del fenómeno. *Investigación y Ciencia*.
16. Espinoza, A. M. (2016). Capas de refuerzo con hormigón adheridas como alternativa para la rehabilitación de pavimentos asfálticos. *Infraestructura Vial Digital*.
17. Fidias, G. A. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Episteme.
18. FRANK, V. G. (2015). "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPRÓPILENO EN LA. huancayo.
19. Garcia, S. (2017). *Garantía de las causas que producen fisuras en los pueblos de los jóvenes La Libertad*. Chimbote, Lima: UCV.
20. Grández Reátegui, E. D. (2018). "Influencia de las fibras plásticas PET en las propiedades mecánicas del. lima.
21. Hansen, J. (2015). *Identificación y reparación de fisuras en el concreto en San Antonio de la localidad de Juárez*. Ciudad Juárez, México.
22. Hernández-Sampieri, R. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION 6ta edicion*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
23. Hugo., A. A. (2016). *EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDAS PLASTICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO*. pimentel.
24. Javier Torres Montes, M. G. (2012). *MÓDULO DE ELASTICIDAD RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO*. . colombia.
25. Kumavat, S. D. (2007). *Modern Technology in Fast Track Road Construction. UltraThin Whitetopping*. Pune, Mumbai, India.
26. López Román, J. (2015). *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado*. Mexico.
27. Miguel Angel Luna Castro, R. A. (2019). "Aplicación de la tecnología whitetopping en un tramo de la carretera: circuito sur - topes de collantes". *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 13, núm. 3, 2019, 3.

28. Miguez, P. D. (2013). Desarrollo e implementación de un hormigón reforzado con fibras sintéticas para la repavimentación de la Ruta 24 de Uruguay. *CONICET*.
29. Morales, C. M. (2016). *Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado*. Lima, Perú.
30. ORELLANA, J. B. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO SOMETIDO A AMBIENTES SEVEROS: ALTAS, BAJAS TEMPERATURAS Y AMBIENTES SALINOS*. . ecuador.
31. Paneque, R. J. (1998). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. LA HABANA: Editorial Ciencias Médicas- La Habana.
32. Patazca, P. y. (2015). Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto convencional, concreto con fibra de acero sikafiber cho 80/60 nb, y concreto con fibra sintética sikafiber force pp/pe-700/55".
33. Pelaez Quipuscoa, A. L. (2019). *Propuesta del diseño con whitetopping para la rehabilitación del pavimento asfáltico de la avenida federico villareal ubicado entre las avenidas KUNTURWASI Y PUCARA de la ciudad de trujillo*. TRUJILLO.
34. Polanco, R. A. (2014). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto*. Obtenido de Civilgeeks: <https://civilgeeks.com/2014/09/05/manual-de-practicadas-de-laboratorio-de-concreto-2/>
35. Quispe, M. E. (2018). *Utilización de métodos económicos para arreglar la fisura del concreto en carreteras*. Lima, Perú.
36. Roncancio, L. M. (2018). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS AL IMPACTO DE UNA DETONACIÓN*. Bogota.
37. S., C. D. (2006). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA*. LIMA: SAN MARCOS.
38. Shah, W. e. (1998). *Fibras utilizadas en el concreto*.
39. Torrijos, M. C. (2016). *RESPUESTA MECÁNICA DE ELEMENTOS MIXTOS REPRESENTATIVOS DEL USO DE HORMIGON CON FIBRAS COMO REFUERZO TIPO WHITETOPPING*. *Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón*.

# **ANEXOS**

Anexos 1: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis general	V1: Fibra Sintética	D1: Características físicas	Longitud Diámetro. Peso	MÉTODO DE INVESTIGACION: Científico con enfoque Cuantitativo
¿En qué grado cambian las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, en la avenida Central de San Juan de Lurigancho, Lima?	Analizar los cambios de las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping, en la avenida Central, San Juan Lurigancho Lima.	Las propiedades mecánicas del concreto, mejora significativamente con la adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping.		D2: Características mecánicas	Absorción Humedad flexibilidad	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		D3 Dosificación	4% 7% 9 %	NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo-Explicativo
¿Cuánto varía la resistencia a corte del concreto con la adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexible mediante la técnica de Whitetopping?	Determinar la resistencia a corte del concreto con la adición de fibras sintéticas, para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.	La resistencia a corte del concreto, mejora de forma significativa con adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping.	V2: Propiedades mecánicas del concreto.	D1: Resistencia a corte	- Granulometría - Dosificación del concreto - Dosificación de la fibra.	DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental
¿Cómo influye la adición de la fibra sintética en la resistencia a flexión del concreto, para la reparación del pavimento flexible mediante la técnica de Whitetopping?	Demostrar Cómo influye la adición de la fibra sintética en la resistencia a flexión del concreto, para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.	La resistencia a flexión del concreto, mejora notablemente con adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping.		D2: Resistencia a flexión	- 7 días	INSTRUMENTOS: Observación directa

¿Cuál es el resultado del módulo de elasticidad del concreto con adición de fibras sintéticas para la reparación del pavimento flexible mediante la técnica de Whitetopping?	Analizar el resultado del módulo de elasticidad del concreto con adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.	El módulo de elasticidad del concreto, mejora de forma significativa con la adición de fibras sintéticas, para la reparación del pavimento flexibles mediante la técnica de Whitetopping.			- 14 días - 28 días.	POBLACION: 45 probetas de concreto con adición de fibra sintética
					D3: módulo de elasticidad	- Diseño de mezcla - Comportamiento - Rigidez

**Anexos 2:** *ubicación satelital del lugar de estudio Av. Central. San Juan de Lurigancho.*





Anexos 4. Hoja de validación de datos 02



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

**PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON FIBRAS SINTÉTICAS PARA**  
**AUTOR: GISELA YOVANA CRISTOBAL AGUIRRE - BACHILLER DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

I.- INFORMACION GENERAL:			
UBICACIÓN: Av. Central San Juan de Lurigancho.			
DISTRITO:	San Juan de Lurigancho	ALTITUD:	205 msnm
PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	-12.0294
REGION:	Lima	LONGITUD:	-77.0103

II.- D1V1:					
Evaluar la resistencia a corte del concreto mediante la adición de fibras					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Granulometría	kg/cm2	dosificación de fibra	g/cm3	Dosificación de concreto	kg/cm2

III.- D2V1:					
Cuantificar la resistencia a flexión del concreto mediante la adición de fibras					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
7 días	kg/cm2	14 días	kg/cm2	28 días	kg/cm2

IV.- D3V1:					
Analizar el módulo de elasticidad del concreto mediante la adición de fibras					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Diseño de mezcla	kg/cm2	Comportamiento	%	Rigidez	%

<b>APELLIDOS Y</b>	GIMO EDER SARE VALERIANO
<b>PROFESION</b>	INGENIERO CIVIL
<b>REGISTRO CIP</b>	103897
<b>EMAIL:</b>	gimosare73@hotmail.com
<b>TELEFONO:</b>	999136032

Según Oseda (2011):

0	0,5	1
41.708 a 42.000	Medidas sueltas	
42.000 a 42.500	Medidas fijas	
42.500 a 43.000	Medidas	
43.000 a 43.500	Medidas sueltas	
43.500 a 44.000	Medidas fijas	
44.000 a 44.500	Medidas sueltas	
44.500 a 45.000	Medidas fijas	

EXPERTO
C
1
GIMO EDER SARE VALERIANO INGENIERO CIVIL CIP 103897
1
GIMO EDER SARE VALERIANO INGENIERO CIVIL CIP 103897
1
GIMO EDER SARE VALERIANO INGENIERO CIVIL CIP 103897
1
3
0.750

Anexos 5. Hoja de validación de datos



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

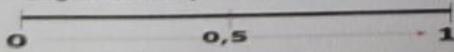
**ON DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

**PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON FIBRAS SINTÉTICAS PARA REPARAR**  
**AUTOR: GISELA YOVANA CRISTOBAL AGUIRRE - BACHILLER DE INGENIERIA CIVIL**

I.- INFORMACION GENERAL					
UBICACIÓN: Av. Central San Juan de Lurigancho.					
DISTRITO:	San Juan de Lurigancho	ALTITUD:	205 msnm		
PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	-12.0294		
REGION:	Lima	LONGITUD:	-77.0103		
II.- D1V1:					
Evaluar la resistencia a corte del concreto mediante la adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Granulometria	kg/cm2	dosificacion de fibra	g/cm3	Dosificacion de concreto	kg/cm2
III.- D2V1:					
Cuantificar la resistencia a flexión del concreto mediante la adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
7 días	kg/cm2	14 días	kg/cm2	28 días	kg/cm2
IV.- D3V1:					
Analizar el módulo de elasticidad del concreto mediante la adición de fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica de Whitetopping.					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Diseño de mezcla	kg/cm2	Comportamiento	%	Rigidez	%
<b>APELLIDOS Y PROFESION</b>	ROBERTO TELLO BARBARAN INGENIERO CIVIL				
<b>REGISTRO CIP</b>	67846				
<b>EMAIL:</b>	Roberto@gmail.com				
<b>TELEFONO:</b>	900665744				

EXPERTO	
C	0
1	1
1	1
1	1
3	0.750

**Según Oseda (2011):**



0.00 a 0.000001	Variables controladas
0.001 a 0.001000	Variables bajas
0.002 a 0.002000	Variables
0.005 a 0.005000	Altas variables
0.010 a 0.010000	Extremadamente variables
1.00	Variables completamente

Anexos 6. Ensayos para el agregado grueso – Granulometría.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Ing. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE N°	: 064-2020LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho Lima	UBICACIÓN	: Lima - Peru
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: Piedra Chancada	PRESENTACIÓN	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Agregado Grueso	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM C 136  
MTC E 204 **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	CARACTERÍSTICAS GENERALES	
							ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"	ASTM D 2216, "Contenido de Humedad"
3"	75.000		0.0	0.0	0.0	100.0	Peso de la muestra ensayada	W Total : 517.99
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	0.0	100.0	Grava (Ret N° 4)	: 100.00
2"	50.800		0.0	0.0	0.0	100.0	Arena	: 0.00
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	0.0	100.0	Fino (Pas. N° 200)	: 0.00
1"	25.400		118.3	22.8	22.8	77.2	ASTM D 2216, "Contenido de Humedad"	Cont. De humedad : 0.05
3/4"	19.100		163.7	31.6	54.5	45.5	ASTM D 4318-(85) "Límites de Atterberg"	Límite Líquido (L.L.) : NP
1/2"	12.500		120.7	23.3	77.8	22.2	Límite Plástico (L.P.) : NP	Índice Plástico (I.P.) : NP
3/8"	9.520		100.0	19.3	97.1	2.9	ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de Ingeniería" (SUCE)	GP
N° 4	4.760		15.2	2.9	100.0	0.0	Grava pobremente gradada	ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)
N° 8							A-1-a (0)	Descripción (AASHTO)
N° 16							BUENO	
N° 30								
N° 50								
N° 100								
N° 200								
- N° 200								

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.  
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.  
 - El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



Fecha de emisión : viernes, 28 de Agosto de 2020

Tec: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular: 987524080, 996736896

*Christian Tomas*  
**CHRISTIAN TOMAS**  
**WERRERO CARDENA**  
 Ingeniero Civil  
 ID N° 22000

Anexos 7. Ensayos para el agregado grueso – Contenido de humedad.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Ing. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE	: 064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho Lima.	UBICACIÓN	: Lima - Peru
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Piedra Chancada	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Agregado Grueso	CANTIDAD	: 20 kg aprox.
ASTM D 2216 MTC E 108	<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b>		
DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD	
		E - 1	E - 2
Cápsula N°		17.0	274.0
Peso tara + suelo húmedo	(g)	376.9	427.7
Peso tara + suelo seco	(g)	376.8	427.4
Peso del Agua	(g)	0.1	0.3
Peso de la tara	(g)	64.6	62.2
Peso del suelo seco	(g)	312.2	365.2
Contenido de Humedad (RESULTADO)	(%)	0.03	0.07
		<b>0.05</b>	

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado global natural.

  
**CHRISTIAN TOMAS QUERRERO CARDENA**  
 Ingeniero Civil  
 N° 10 430 238 811

Fecha de emisión : Lima, 25 de Agosto del 2020

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

Anexos 8. Ensayos para el agregado grueso – Peso unitario y vacío.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Ing. Gisela yovana cristobal Aguirre EXPEDIENTE N° : 064-2020/LAB\_GECAT INGENIERIA SAC  
DIRECCIÓN : Lima FECHA RECEPCIÓN : Lima, 03 de Agosto del 2020  
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho Lima. UBICACIÓN : Dpto. Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Piedra chancada PRESENTACION : 02 Costal de polietileno  
DESCRIPCIÓN : Cantera de Concreto Hidráulico CANTIDAD : 20 kg aprox.

ASTM C 29  
MTC E 203

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

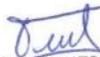
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde ....(A)	gr	6315	6326	6328
Peso del Molde ....(B)	gr	3310	3310	3310
Peso del Material ....(C) = (A) - (B)	gr	3005	3016	3018
Volumen del Recipiente ....(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Suelto (c/d) ....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.441	1.446	1.447
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	1445		

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde ....(A)	gr	6927	6990	6982
Peso del Molde ....(B)	gr	3310	3310	3310
Peso del Material ....(C) = (A) - (B)	gr	3617	3680	3672
Volumen del Recipiente ....(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Varillado (c/d) ....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.735	1.765	1.761
Peso Unitario Varillado (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	1754		

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado grueso chancado.

  
CHRISTIAN TOMAS  
HERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec: T.G.A.  
Rev: G.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

Anexos 9. Ensayos para el agregado grueso – Peso específico y absorción.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Ing. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE N°	: 064-2020/LAB. GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN	: Dpto. Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Piedra chancada	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Cantera de Concreto Hidráulico	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM C 127 MTC E 206	<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>
-------------------------	--

METODO DE LA CANASTILLA					
DESCRIPCIÓN	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A) (g)	306.4	367.6	--	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( Sumergido en agua )	...(B) (g)	196.2	235.1	--	
Vol de Masa + Vol de Vacíos = A - B	...(C) (cm <sup>3</sup> )	110.2	132.5	--	
Peso Mat. Seco a 105 °C	...(D) (g)	304.7	365.1	--	
Vol. de Masa = C - (A - D)	...(E) (cm <sup>3</sup> )	108.5	130.0	--	
PE Aparente = D/C	(T/m <sup>3</sup> )	2.765	2.755	<b>2.760</b>	
PE Aparente ( S.S.S. ) = A/C	(T/m <sup>3</sup> )	2.781	2.774	<b>2.777</b>	
PE Nominal = D/E	(T/m <sup>3</sup> )	2.808	2.808	<b>2.808</b>	
Absorción = (A - D) / D	(%)	0.55	0.69	<b>0.62</b>	

DONDE:

- Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco
- Pe. = Peso Especifico
- Mat. = Material
- Vol. = Volumen
- S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado grueso chancado.

  
 CHRISTIAN TOMAS  
 FUERRERO GARDENAS  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 23889F

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A LL.6,  
Celular : Claro 948704705, Movistar 987524080

Anexos 10. Ensayos para el agregado fino – Granulometría.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Srta. Gisela yvona cristóbal Aguirre	EXPEDIENTE N°	: 664-2020/LAL GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN	: Lima - Peru
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: Arena Zarandada	PRESENTACIÓN	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Agregado Fino	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM C 136  
MTC E 204 **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA TANTOZADO (ASTM C136)	Malla		Pesa retenido	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	CARACTERÍSTICAS GENERALES
	N°	Apertura (mm)					
	3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	<b>Peso de la muestra ensayada</b> W Total : 101.38  <b>ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"</b> Grava (Ret N° 4) : 1.00 Arena : 93.06 Fino (Pas. N° 200) : 5.94  <b>ASTM D 2216, "Contenido de Humedad"</b> Cont. De humedad : 2.04  <b>ASTM D 4316-05 "Límites de Atterberg"</b> Límite Líquido (L.L) : NP Límite Plástico (L.P) : NP Índice Plástico (I.P) : NP  <b>ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de Ingeniería" (UCS)</b> SP - SM Arena pobremente gradada con limo  <b>ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)</b> A-1-0 (0) Descripción (AASHTO) BUENO  <b>ASTM C 33, "Módulo de Fineza"</b> Σ Retenido Acumulado Tamizos: MF - (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) 100 MF = 2.78
	2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
	2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
	1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
	1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
	3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
	1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
	3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0	
	N° 4	4.760	1.1	1.0	1.0	99.0	
	N° 8	2.380	11.3	10.4	11.4	88.6	
	N° 16	1.190	29.2	26.2	37.6	62.4	
	N° 30	0.600	19.4	17.1	54.7	45.3	
	N° 50	0.300	28.6	26.6	81.3	18.7	
	N° 100	0.150	11.5	10.7	91.9	8.1	
	N° 200	0.075	2.3	2.1	94.1	5.9	
	- N° 200	ASTM D 1140	-	5.9	100.0	-	



**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.  
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.  
 - El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



Fecha de emisión : viernes, 28 de Agosto de 2020

Tec: T.G.A  
Rev: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6,  
 Celular : 987524080, 986736896

*Christian Comas*  
**CHRISTIAN COMAS**  
**FUERRERO CARDENAS**  
 Ingeniero Civil

Anexos 11. Ensayos para el agregado fino – Determinación de contenido de Humedad.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Srta. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE	: 064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitekopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN	: Lima - Peru

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Arena Zarandeada	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Agregado Fino	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM D 2216 MTC E 108	<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b>
--------------------------	---

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	43.0	55.0
Peso tara + suelo húmedo (g)	371.4	460.2
Peso tara + suelo seco (g)	366.2	451.1
Peso del Agua (g)	5.2	9.1
Peso de la tara (g)	64.6	62.2
Peso del suelo seco (g)	301.6	388.9
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	1.7	2.3
	<b>2.04</b>	

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado global natural.

*Tomás*  
 CHRISTIAN TOMAS  
 FUERRERO CARDENA  
 Ingeniero Civil  
 20101023888

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec.: T.G.A.  
 Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
 Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

Anexos 12. Ensayos para el agregado fino – Determinación del porcentaje pasante del tamiz N°200.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sra. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE	: 064-2020LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN	: Lima - Peru

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Arena Zarandeada	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Agregado Fino	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM D 1140 MTC E 202	<b>METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75µm (N 200) - SUELO</b>
--------------------------	---

DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200		
DESCRIPCION	UNIDADES	DATOS
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C antes del Lavado	(gr)	475.7
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110±5 °C despues del lavado	(gr)	449.0
Material Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado	(%)	<b>5.94</b>

COMENTARIOS:  
-Para el desarrollo del Ensayo se empleo el Tamiz N° 200 (apertura 0.074 mm).

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.  
- Ensayo efectuado al suelo natural.

*Christian Tomas*  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIPN° 238605

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec.: T.G.A.  
Rev.: G.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Anexos 13. Ensayos para el agregado fino – Peso unitario y vacío.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Ing. Gisela yovana cristóbal Aguirre	EXPEDIENTE N°	: 064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitelapping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN	: Dpto. Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Arma Zarandeada	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Cantera de Concreto Hidráulico	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM C 29 MTC E 203	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS FINOS</b>
------------------------	--

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	3	
Peso del Material + Peso del Molde	...(A)	gr	6480	6395	6380
Peso del Molde	...(B)	gr	3310	3310	3310
Peso del Material	...(C) = (A) - (B)	gr	3170	3085	3070
Volumen del Recipiente	...(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Suelto (c/d)	...(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.52	1.48	1.47
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)		Kg/m <sup>3</sup>	<b>1490</b>		

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO FINO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	3	
Peso del Material + Peso del Molde	...(A)	gr	7267	7206	7235
Peso del Molde	...(B)	gr	3310	3310	3310
Peso del Material	...(C) = (A) - (B)	gr	3957	3896	3925
Volumen del Recipiente	...(D)	cm <sup>3</sup>	2085.24	2085.24	2085.24
Peso Unitario Varillado (c/d)	...(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.898	1.868	1.88
Peso Unitario Varillado (RESULTADO)		Kg/m <sup>3</sup>	<b>1883</b>		

OBSERVACIONES:  
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

  
 CHRISTIAN TOMAS  
 GUERRERO CARDENAS  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238605

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Téc.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A L1.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

Anexos 14. Ensayos para el agregado fino – Gravedad específica y absorción.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Ing. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE N°	: 064-2020/LAB. GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho Lima.	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 03 de Agosto del 2020
		UBICACIÓN	: Dpto Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION	: Arena Zarandeada	PRESENTACION	: 02 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Cartera de Concreto Hidráulico	CANTIDAD	: 20 kg aprox.

ASTM C 128 MTC E 205	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORSIÓN DE AGREGADOS FINOS</b>
-------------------------	---

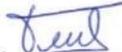
METODO DEL PICNOMETRO					
DESCRIPCION	UND	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO	
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A)	(g)	200.0	208.0	--
Peso Frasco + Agua	...(B)	(g)	852.9	694.8	--
Peso Frasco + Agua + A	...(C)	(g)	852.9	902.8	--
Peso del Mat. + Agua + Peso Frasco	...(D)	(g)	781.3	828.4	--
Vol de masa + Vol de vacio = C-D	...(E)	(cm <sup>3</sup> )	71.6	74.4	--
Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	...(F)	(g)	198.2	206.3	--
Vol de Masa = E - ( A - F )	...(G)	(cm <sup>3</sup> )	69.8	72.7	--
PE Bulk Aparente = F/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.768	2.771	<b>2.770</b>
PE Bulk Aparente (S.S.S.) = A/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.793	2.794	<b>2.794</b>
PE Nominal = F/G		(T/m <sup>3</sup> )	2.840	2.836	<b>2.838</b>
Absorción = ((A - F)/F)*100		%	0.91	0.82	<b>0.87</b>

DONDE:

- Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco
- Pe. = Peso Especifico
- Mat. = Material
- Vol. = Volumen
- S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

  
**CHRISTIAN TOMAS  
 GUERRERO CARDENAS**  
 Ingeniero Civil  
 NIP N° 23399NF

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec.: T.G.A.  
 Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A L1.6,  
 Celular : Claro 949704705, Movistar 987524890

Anexos 15. Diseño de mezcla del concreto.



Consultoría en Geotecnia, Geomecánica, Geofísica,  
Pavimentos y Servicio de Laboratorio de Suelos y Asfalto

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Ing. Gisela yovana cristobal Aguirre

EXPEDIENTE : 064-2020/LAB\_GECAT INGENIERIA SAC

DIRRECCIÓN : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 03 de Agosto del 2020

PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitelapping, en avenida central San Juan de Lurigancho ,Lima.

UBICACIÓN : Dpto. Lima

REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: ANDINO
RESISTENCIA f'c	: 280 Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO	: 3.120 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP)	: 3.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: -
RELACIÓN A/C (RESISTENCIA)	: 0.560	FACTOR CEMENTO	: 8.13 bolsas/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADOS</b>			
GRUESO	: Piedra Chancada 1"	FINO	: Arena zarandeada

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.770	2.760
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1490	1445
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1883	1754
IV ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.87	0.62
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	2.04	0.06
VI MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	2.78	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)			1

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND**

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 kg	1	1
AGREGADO FINO	704.0 kg	2.04	2.05
AGREGADO GRUESO	1178.7 kg	3.41	3.54
AGUA	193.0 Litros	23.73 (litros/bol.)	23.73 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	345.6 Kg	1	1
AGREGADO FINO	718.4 Kg	2.08	2.05
AGREGADO GRUESO	1179.3 Kg	3.41	3.54
AGUA	191.5 Litros	23.55 (litros/bol.)	23.55 (litros/bol.)

**OBSERVACIONES :**

- El diseño presentado tiene carácter netamente teórico, motivo por el cual debe verificarse y corregirse en campo antes de ser puesto en obra.
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandara que se realice un nuevo diseño.

**RECOMENDACIONES :**

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 23880F

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : Claro 949704705, Movistar 987524080

Anexos 16. Ensayo de compresión - diseño de mezcla sin fibra al natural.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE : Sita, Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE : 0064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC		
DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020		
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO DE COMPRESION	
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOLTEST		
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101/GECAT		

ASTM C 39/C39M	ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO
----------------	--

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relación L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-1	31/07/2020	7/08/2020	13,962	20.1	10.1	1.99	80.12	1.00	174.3	174
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-4	31/07/2020	14/08/2020	19,813	20.0	10.1	1.98	80.12	1.00	247.3	247
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-7	31/07/2020	28/08/2020	22,350	20.0	10.0	2.00	78.54	1.00	284.6	285

Fotos de Probetas:



Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

*Teul*  
CHRISTIAN TOMAS  
ZUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A LL6,  
Celular : 949704705, 987524080

Anexos 17. Ensayo de compresión - Diseño de mezcla + 4% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO	
SOLICITANTE : Srta. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE : 0064-2020/LAB. GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	EQUIPO DE COMPRESION
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOILTEST
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 4% Fibra Sintética	CERT. CALIBRACIÓN: CERT-101/GECAT

ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Descripcion	Fecha de Vizado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-2	31/07/2020	7/08/2020	14,287	20.1	10.1	1.99	80.12	1.00	178.4	178
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-5	31/07/2020	14/08/2020	20,550	20.0	10.1	1.98	80.12	1.00	256.5	256
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-8	31/07/2020	28/08/2020	22,886	20.0	10.0	2.00	78.54	1.00	291.4	291

Fotos de Los ensayos:



*Christian Tomas*  
CHRISTIAN TOMAS  
FUERRERO GARDENA  
Ingeniero Civil  
R.P. N° 23881

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec. T.G.A.  
Rev. C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt.6,  
Celular : 949704705, 987524080

Anexos 18. Ensayo de compresión - Diseño de mezcla + 7% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

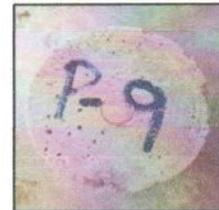
INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE : Sra. Gisela yovana cristóbal Aguirre	EXPEDIENTE : 0004-2020/LAB. GECAT INGENIERIA SAC	DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO DE COMPRESIÓN	
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOLTEST	DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 7% Fibra Sintética	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101/GECAT

ASTM C 39/C39M ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Descripción	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-3	31/07/2020	7/08/2020	14,783	20.1	10.1	1.99	80.12	1.00	184.5	184
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-6	31/07/2020	14/08/2020	21,936	20.0	10.1	1.98	80.12	1.00	273.8	273
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-9	31/07/2020	28/08/2020	23,665	20.0	10.0	2.00	78.54	1.00	301.3	301

Fotos de las Probetas:



Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

*Christian Tomas*  
CHRISTIAN TOMAS  
FUERRERO GARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

Tec: T.G.A.  
Rev: C.B.G.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A L.L.B.  
Celular : 949704705, 987524080

Anexos 19. Ensayo de tracción diametral - Diseño de mezcla sin fibra al natural.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

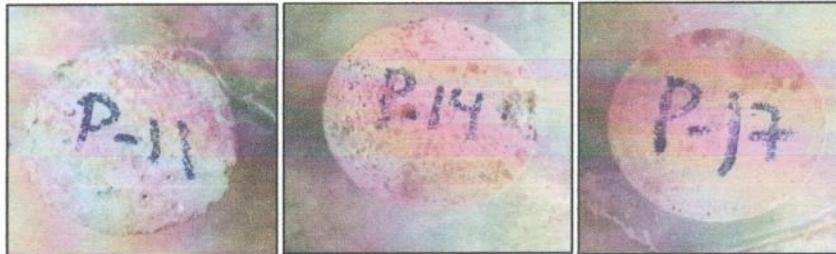
INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Srta. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE	: 0064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	: Lima	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO	: Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN	: Lima - Perú
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO DE COMPRESIÓN	
ESTRUCTURA	: Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO	: SOLTTEST
DESCRIPCIÓN	: Diseño de Mezcla	CERT. CALIBRACIÓN	: CERT-101/GECAT

**ASTM C496M - 17** MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN

Descripción	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Área (cm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresión sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Diametral (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-11	31/07/2020	7/08/2020	6,251	20.1	10.0	2.01	78.54	1.00	19.80	20
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-14	31/07/2020	14/08/2020	8,186	20.0	10.1	1.98	80.12	1.00	25.80	26
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-17	31/07/2020	28/08/2020	8,577	20.0	10.0	2.00	78.54	1.00	27.30	27

Fotos de las Probetas:



Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

*Christ*  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
R.N. 238605

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : 849704705, 987524080

Anexos 20. Ensayo de tracción diametral - Diseño de mezcla + 4% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

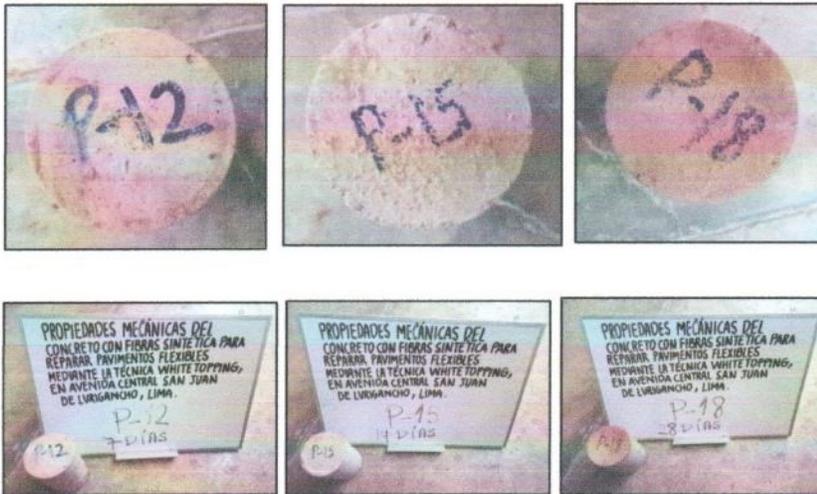
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE : Sra. Gisela yovana cristóbal Aguirre	EXPEDIENTE : 0064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC	DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú		

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	EQUIPO DE COMPRESION
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA/MODELO : SOILTEST
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 4% Fibra Sintetica	CERT. CALIBRACIÓN: CERT-10/GECAT

**ASTM C496M - 17**      **MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN**

Descripción	Fecha de Vacado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Diametral (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-12	31/07/2020	7/08/2020	7,366	20.1	10.1	1.99	80.12	1.00	23.10	23
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-15	31/07/2020	14/08/2020	9,551	20.0	10.1	1.98	80.12	1.00	30.10	30
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-18	31/07/2020	28/08/2020	10,619	20.0	10.0	2.00	78.54	1.00	33.80	34

Fotos de las Probetas:



Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

*Christian Tomas*  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil

Tec.: T.G.A.  
Rev.: C.G.C.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular: 949704705, 987524080

Anexos 21. Ensayo de tracción diametral - Diseño de mezcla + 7% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE : Srta. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE : 0064-2020/LAB. GECAT INGENIERIA SAC	DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú		

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	EQUIPO DE COMPRESION
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOLTEST
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 7% Fibra Sintetica	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101/GECAT

**ASTM C496M - 17**      **MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN**

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Altura (L) (cm)	Diametro (D) (cm)	Relacion L/D	Area (cm <sup>2</sup> )	Factor de Correcion	Resistencia a la Compresion sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresion Diametral (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-19	31/07/2020	7/08/2020	9,025	20.1	10.1	1.99	80.12	1.00	28.30	28
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-20	31/07/2020	14/08/2020	11,791	20.0	10.1	1.98	80.12	1.00	37.16	37
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-21	31/07/2020	28/08/2020	13,105	20.0	10.0	2.00	78.54	1.00	41.71	42

Fotos de las Probetas:



Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

*Test*  
CHRISTIAN TOMAS  
HERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
N° 238605

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt. 6,  
Cetular : 949704705, 987524889

Anexos 22. Ensayo de flexión - diseño de mezcla sin fibra al natural.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO	
SOLICITANTE : Sra. Gisela yovana cristóbal Aguirre	EXPEDIENTE : 0064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	EQUIPO DE COMPRESION
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOLTEST
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101GECAT

**ASTM C78**      **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL CLARO)**

Descripción	Fecha de Vaceado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Ancho (b) (cm)	Peralto (h) (cm)	Claro (L) (cm)	Factor de Corrección	Módulo de Rotura sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-25	31/07/2020	7/08/2020	1,944	15.1	15.0	45.1	1.00	25.80	26
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-26	31/07/2020	14/08/2020	2,333	15.0	15.1	45.0	1.00	30.70	31
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-27	31/07/2020	28/08/2020	2,475	14.9	15.0	45.1	1.00	33.30	33

Fotos de los ensayos:



*Christóbal*  
CHRISTÓBAL  
JUEJUEJUEJUEJUE  
JUEJUEJUEJUEJUE  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238605

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A LL6,  
Celular : 949704705, 987524080

Anexos 23. Ensayo de flexión - Diseño de mezcla + 4% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO	
SOLICITANTE : Srta. Gisela yovana cristóbal Aguirre	EXPEDIENTE : 0064-2020LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú
REFERENCIAS DE LA MUESTRA	EQUIPO DE COMPRESION
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOIL TEST
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 4% de Fibra Sintética	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101/GECAT

**ASTM C78** MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL CLARO)

Descripción	Fecha de Vacante	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Ancho (b) (cm)	Peralte (h) (cm)	Claro (L) (cm)	Factor de Corrección	Módulo de Rotura sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-28	31/07/2020	7/08/2020	2,449	15,0	15,1	45,1	1,00	32,30	32
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-29	31/07/2020	14/08/2020	2,929	14,9	15,1	45,0	1,00	38,80	39
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-30	31/07/2020	28/08/2020	3,077	15,1	14,9	45,1	1,00	41,40	41

Fotos de los ensayos:



*Handwritten signature*  
CHRISTIAN TOMAS GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 23880F

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A LL.6.  
Celular : 949704705, 967524080

Anexos 24. Ensayo de flexión - Diseño de mezcla + 7% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

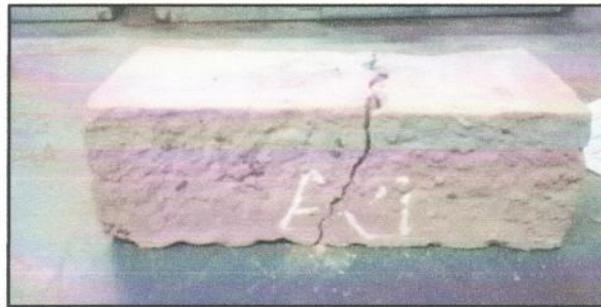
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO	
SOLICITANTE : Sra. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE : 0064-2020/LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintetica para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	EQUIPO DE COMPRESION
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOLTEST
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 7% de Fibra Sintetica	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101GECAT

**ASTM C78** MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (UTILIZANDO VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL CLARO)

Descripción	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Carga de Rotura (kg)	Ancho (b) (cm)	Pesante (h) (cm)	Claro (L) (cm)	Factor de Corrección	Módulo de Rotura sin Corregir (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-31	31/07/2020	7/08/2020	2,795	14,9	15,1	45,0	1,00	37,02	37
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-32	31/07/2020	14/08/2020	3,633	15,0	15,1	45,0	1,00	47,80	48
Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup> / P-33	31/07/2020	28/08/2020	3,812	15,1	15,0	45,1	1,00	50,60	51

Fotos de los ensayos:



*Christian Tomas*  
CHRISTIAN TOMAS  
FUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 25880

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz. A Lt. 6,  
Celular : 949704705, 987524080

Anexos 25. Constantes Elásticas - Diseño de mezcla sin fibra al natural.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	Sra. Gisela yovana cristobal Aguirre	EXPEDIENTE	00442020LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN	Lima	FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO	Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Luniganchu ,Lima.	UBICACIÓN	Lima - Perú
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO DE COMPRESOR	
ESTRUCTURA	Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO	SOLTEST
DESCRIPCIÓN	Diseño de Mezcla	CERT. CALIBRACIÓN	CERT-101/GECAT

ASTM - D7012-14  
Método A y D

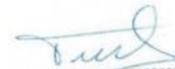
**Constantes Elásticas**

- Modo
- 01 Plano de Corte Diagonal
  - 02 Fractura Vertical
  - 03 División Vertical
  - 04 Corte a lo Largo de un Plano de Falta Preexistente o Fisuras
  - 05 Falla Cónica
  - 06 Desprendimiento
  - 07 Falla Explosiva

Tipo Falta  01 Estructura  02 Matriz

Díametro (mm)	Altura (mm)	Carga (kN)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poisson "ν"
102.5	205.4	162.9	27.9	24.9	0.2



  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238305

**Observación:**

Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	N° de Informe:
JSS	JGF	CSM	EPE-20-10.076

Fecha de emisión : Lima, 26 de Agosto del 2020

Tec: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A L1.6,  
Celular : 949704705, 987524090

Anexos 26. Constantes Elásticas - Diseño de mezcla + 4% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO	
SOLICITANTE : Sra. Gisela yovana cristobal Agarre	EXPEDIENTE : 004-2020LAB_GECAT INGENIERIA SAC
DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintéticas para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho, Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú

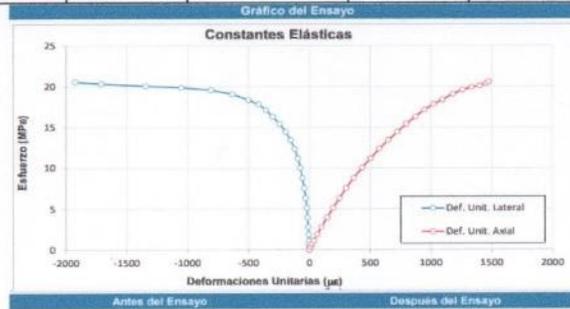
REFERENCIAS DE LA MUESTRA	EQUIPO DE COMPRESION
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOLTEST
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 4% de Fibra Sintética	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101/GECAT

ASTM - D7012-14 Método A y D	Constantes Elásticas
---------------------------------	----------------------

- Modo
- 01 Plano de Corte Diagonal
  - 02 Fractura Vertical
  - 03 División Vertical
  - 04 Corte a lo Largo de un Plano de Falla Preexistente o Fisuras
  - 05 Falla Cónica
  - 06 Desprendimiento
  - 07 Falla Explosiva

- Tipo Falla  01 Estructura  02 Matriz

Diámetro (mm)	Altura (mm)	Carga (kN)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Módulo de Young E' (GPa)	Relación de Poisson ν
102.5	206.9	169.4	28.5	25.2	0.2



*[Firma]*  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238905

**Observación:** Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Realizado por: JSS	Ingresado por: JGF	Revisado por: CPM	N° de Informe: EPE-20.10.076
--------------------	--------------------	-------------------	------------------------------

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020 Tel: T.G.A.  
Fax: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.  
Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,  
Celular : 949704705, 987524080

Anexos 27. Constantes Elásticas - Diseño de mezcla + 7% de fibra.



Consultoría en Geotecnia, Geología,  
Geofísica, Topografía, Pavimentos  
y Servicio de Laboratorio de Suelos,  
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

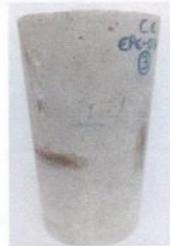
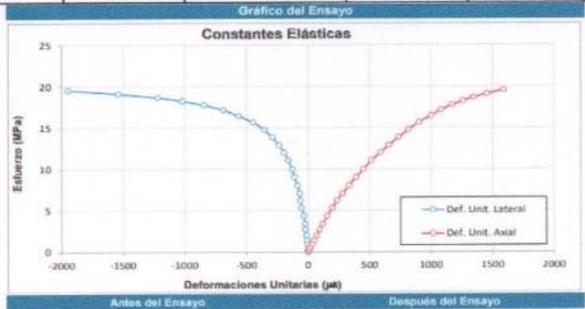
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE : Sra. Gisela yovana cristobal Aguilar	EXPEDIENTE : 0044-2020/LAB GECAT INGENIERIA SAC		
DIRECCIÓN : Lima	FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 30 de Julio del 2020		
PROYECTO : Propiedades mecánicas del concreto con fibras sintética para reparar pavimentos flexibles mediante la técnica whitetopping, en avenida central San Juan de Lurigancho ,Lima.	UBICACIÓN : Lima - Perú		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		EQUIPO DE COMPRESION	
ESTRUCTURA : Concreto Fc 280 kg/cm <sup>2</sup>	MARCA / MODELO : SOILTEST		
DESCRIPCIÓN : Diseño de Mezcla + 7%de Fibra Sintetica	CERT. CALIBRACIÓN : CERT-101/GECAT		

**ASTM - D7012-14**  
**Método A y D** **Constantes Elásticas**

- Modo**
- 01 Plano de Corte Diagonal
  - 02 Fractura Vertical
  - 03 División Vertical
  - 04 Corte a lo Largo de un Plano de Falla Preexistente o Fisuras
  - 05 Falla Cónica
  - 06 Desprendimiento
  - 07 Falla Explosiva

- Tipo Falla**  01 Estructura  02 Matriz

Diámetro (mm)	Altura (mm)	Carga (kN)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poisson "ν"
102.5	207.1	161.1	29.5	25.6	0.2



*Christian Tomas Guerrero Cardenas*  
CHRISTIAN TOMAS  
GUERRERO CARDENAS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 235905

**Observación:** Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.

Revisado por: JSS      Ingresado por: JGF      Revisado por: CSM      N° de Informe: EPE-20.10.076

Fecha de emisión : Lima, 28 de Agosto del 2020 Tel: T.G.A.  
Rev: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.  
Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A L16,  
Celular : 949704705, 987524080



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaFiber® Force-48

MACROFIBRA SINTÉTICA PARA CONCRETO ESTRUCTURAL Y PROYECTADO.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® Force-48 es una macrofibra sintética de uso estructural para concreto proyectado y concreto convencional.

### USOS

SikaFiber® Force-48 es un producto especialmente recomendado para:

#### Concreto proyectado (shotcrete):

- Estabilización en excavaciones de túnel y minería.
- Estabilización de taludes y terrenos.
- Sustitución de malla de acero en aplicaciones de concreto proyectado.

#### Concreto de obra y Prefabricados:

- Concreto para losas y pavimentos industriales.
- Cimentaciones con concreto reforzado con fibra.
- Elementos prefabricados de concreto.
- Aplicaciones en concreto que requieren alta resistencia a la abrasión.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Con la adición de SikaFiber® Force-48, aporta las siguientes ventajas en las características del concreto endurecido:

- Mejora resistencias del concreto endurecido, en especial la residual.
- Alto rango de absorción de energía para shotcrete.
- Capacidad de puenteo de fisuras, especialmente en grandes aberturas.
- Superficies sin óxido.

### CERTIFICADOS / NORMAS

EN 14889-2 Fibras Poliméricas para Concreto. Cumple con la norma ASTM-C116 de Especificación estándar para concreto reforzado con fibras.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Polipropileno	
Empaques	SikaFiber® Force-48 está disponible en bolsas hidrosolubles de 5 kg, envueltas en forma de rollos con plástico hidrosoluble.	
Apariencia / Color	Fibras blancas, rectas y con relieve.	
Vida Útil	24 meses luego de la fecha de producción. Tener en cuenta que el empaque es hidrosoluble.	
Condiciones de Almacenamiento	Almacenar a temperaturas que aseguren un rango entre 5°C y 30°C. Proteger de la luz solar directa, las heladas, el agua y la contaminación.	
Densidad	0,90 ± 0,01 kg/l	
Dimensiones	Diametro	~0,84 mm
	Longitud	~48 mm
	Ancho medio	~1,37 mm
	Espesor medio	~0,34 mm

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFiber® Force-48  
Julio 2020, Versión 01.01  
02140802100000097

Declaración de Producto EN 14889-2: Clase II: Macro fibras

Punto de Fusión ~164 °C

### INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua No absorbe.

Resistencia a la Tensión ~465 N/mm<sup>2</sup> (MPa) (EN 14889-2)

Módulo de Elasticidad ~7,5 kN/mm<sup>2</sup> (GPa) (EN 14889-2)

### INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada 3 -10 kg/m<sup>3</sup>

Compatibilidad Compatible con otros productos Sika®.

### INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

#### DOSIFICACIÓN

SikaFiber® Force-48 se dosifica con los áridos secos cuidando de que se distribuyan uniformemente por toda la mezcla. Las fibras se pueden añadir una vez ya añadidos todos los componentes de la mezcla, aunque puede ser necesario prolongar el tiempo de mezclado para garantizar una distribución uniforme de las fibras. Como guía, aumentar la mezcla al menos 1 min por m<sup>3</sup> de concreto. No añadir las fibras directamente en el agua de amasado.

#### LIMITACIONES

Para unos buenos resultados se recomienda el uso de un concreto de calidad.

- Las fibras no mejoran la calidad de un concreto pobre. SikaFiber® Force-48 es compatible con otros aditivos de Sika. Siempre se debe consultar con un ingeniero experto en fibras para el cambio de la armadura de acero por fibras.
- Para más información, póngase en contacto con el Departamento Técnico.

#### NOTAS

Todos los datos técnicos del producto indicados en esta hoja de datos se basan en pruebas de laboratorio. Los datos medidos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.

#### RESTRICCIONES LOCALES

Por favor, observe que como resultado de regulaciones locales específicas el funcionamiento de este pro-

ducto puede variar de un país a otro. Por favor, consultar la hoja de datos local del producto para la descripción exacta de los campos de aplicación.

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFiber® Force-48  
Julio 2020, Versión 01.01  
02140802100000097

2 / 3

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Anexos 29. *Panel Fotográfico.*



Fotografía 11. *Identificación de la av. Central - San Juan de Lurigancho.*



Fotografía 12. Reconocimiento del estado del pavimento.



Fotografía 13. Ensayo de resistencia a la tracción por comprensión diametral



Fotografía 14. Ensayo de resistencia a compresión.



Fotografía 15 Ensayo de resistencia a flexión.



Fotografía 16. Probetas después de las roturas.



fotografía 17. Probeta de contantes elasticos