



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicación de la fibra de polipropileno macro sintética estructural para mejorar las propiedades del concreto en el pavimento rígido de la Av.

Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Leiva Sotomayor, Jose Hayrol (ORCID: 0000-0001-8728-7742)

**ASESOR:**

Mg. Benites Zúñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2020**

### **Dedicatoria**

A Dios, por permitirme realizar el desarrollo de este proyecto de tesis, dándome fuerzas y salud para poder llegar hasta este momento de mi formación profesional. A mis padres, por creer en mí y apoyarme en esta etapa de mi vida, a ellos debo todo lo que soy como persona, los valores inculcados, los principios y perseverancia que demuestran como ejemplo de familia.

## **Agradecimiento**

A Dios en primer lugar por sobre todas las cosas, por guiar cada uno de mis pasos en todo este proceso de mi vida universitaria.

A mis padres Gloria Sotomayor y Lorenzo Leiva, por demostrarme su excelente ejemplo de superación y arduo trabajo diario, por brindarme su ayuda moral siempre, gracias a ello estoy logrando cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A los grandes amigos y futuros colegas que obtuve en el transcurso de la carrera; Alex Sarmiento, Andrés Torres, Anthony Chumpitaz, Julio Rodas, Jorge Rivera, Nicolás Olivares, Miguel Mendoza, que siempre me apoyaron ya sea con consejos, motivación o tiempo para poder completar este proyecto de tesis.

A mi novia y si Dios me lo permite, mi futura esposa Evelyn Massiel Flores Alzamora, que a pesar de la distancia siempre está conmigo motivándome a seguir y no decaer, gracias a su apoyo incondicional estoy concluyendo una de mis metas.

A mi asesor el Ing. Jose Luis Benites Zúñiga, por su valiosa crítica y orientación en la corrección de este proyecto de tesis.

A todos ellos, muchas gracias.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	32
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	32
3.2. Variables y operacionalización .....	33
3.3. Población, muestra y muestreo .....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
3.5. Procedimientos.....	36
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos Éticos .....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES .....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS .....	67
ANEXOS.....	74

## Índice de tablas

Tabla 1 Resultados de Asentamientos con fibra SikaFiber Force PP48. ....	39
Tabla 2 Resultados de incremento de la resistencia a la compresión con fibra SikaFiber Force PP48. ....	40
Tabla 3 Resultados del Módulo de rotura con fibra Sikafiber Force PP 48. ....	43
Tabla 4 Resultados de Asentamientos con fibra Sikafiber PE.....	44
Tabla 5 Resultados de Asentamientos con fibra Z Aditivos.....	45
Tabla 6 Resultados de incremento de la resistencia a la compresión con fibra de polipropileno SikaFiber PE. ....	46
Tabla 7 Resultados de incremento de la resistencia a la compresión con fibra de polipropileno Z Aditivos. ....	49
Tabla 8 Resultados del Módulo de rotura con fibra de polipropileno SikaFiber PE. ....	52
Tabla 9 Resultados del Módulo de rotura con fibra de polipropileno Z Aditivos. ...	53

## Índice de figuras

Figura 1 Zona de Estudio .....	2
Figura 2 Evaluación de Zona de Estudio .....	3
Figura 3 Capa de Concreto .....	3
Figura 4 Fibras .....	18
Figura 5 Componentes del concreto.....	24
Figura 6 Transmisión de cargas en un Pavimento Rígido .....	31
Figura 7 Corte Transversal de un Pavimento Rígido.....	31
Figura 8 Mapa de los Distritos de Lima .....	37
Figura 9 Mapa Político del Perú .....	37
Figura 10 Zona de estudio.....	38
Figura 11 Ubicación de la Zona vista satelital .....	38
Gráfico 1 Asentamiento del concreto con dosificación de fibra SikaFiber Force pp48. .....	40
Gráfico 2 Resistencia a la compresión a la edad de 7 días. ....	41
Gráfico 3 Resistencia a la compresión a la edad de 28 días. ....	41
Gráfico 4 Comparación de la Resistencia a la compresión con fibra Sikafiber Force PP 48 a la edad de 7 y 28 días.....	42
Gráfico 5 Resistencia a la flexión a la edad de 28 días con fibra Sikafiber Force PP 48. ....	43
Gráfico 6 Asentamiento del concreto con dosificación de fibra SikaFiber PE.....	44
Gráfico 7 Asentamiento del concreto con dosificación de fibra Z Aditivos.....	45
Gráfico 8 Resistencia a la compresión a la edad de 7 días. ....	47
Gráfico 9 Resistencia a la compresión a la edad de 28 días. ....	47
Gráfico 10 Comparación de la Resistencia a la compresión con fibra de polipropileno Sikafiber PE a la edad de 7 y 28 días. ....	48

Gráfico 11 Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.....	49
Gráfico 12 Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.....	50
Gráfico 13 Comparación de la Resistencia a la compresión con fibra de polipropileno Z Aditivos a la edad de 7 y 28 días. ....	51
Gráfico 14 Resistencia a la flexión a la edad de 28 días con fibra Sikafiber PE...	52
Gráfico 15 Resistencia a la flexión a la edad de 28 días con fibra Z Aditivos.....	53
Gráfico 16 Comparación de Ensayos de Asentamientos .....	54
Gráfico 17 Comparación de Ensayos de Resistencia a Compresión .....	56
Gráfico 18 Comparación de Ensayos de Resistencia a Flexión .....	58
Gráfico 19 Asentamientos del concreto con tres tipos de fibras de polipropileno.	60
Gráfico 20 Resistencia a la compresión del concreto con tres tipos de fibras de polipropileno. ....	62
Gráfico 21 Resistencia a la Flexión del concreto con tres tipos de fibras de polipropileno. ....	63

## Resumen

El presente proyecto de tesis tuvo como objetivo principal evaluar la influencia de la aplicación de la fibra de polipropileno en las propiedades del concreto en el pavimento rígido con la finalidad de obtener un concreto de mayor resistencia y que se pueda comprobar que esto brinda una mayor durabilidad y mayor tiempo de vida para los pavimentos rígidos. Esta investigación se basa en un método no experimental de corte transversal de tipo aplicada y diseño correlacional causal, se efectuará una descripción de los aportes de otros autores y se profundizará la influencia en las propiedades del concreto con los ensayos de asentamiento o slump, la resistencia a compresión y la resistencia a la flexión. Como resultado podemos obtener la dosificación óptima de los tres tipos de fibras empleados (para SikaFiber Force PP48 fue 4kg/m<sup>3</sup>, para las fibras SikaFiber PE y la fibra Z Aditivos fueron 0.7kg/m<sup>3</sup>) todo esto con respecto al volumen del concreto. Se concluye que la aplicación de fibras influye de manera desfavorable en el asentamiento del concreto ya que a mayor dosificación menor es el asentamiento, sin embargo, para la resistencia a compresión y flexión se obtuvo resultados favorables a los 28 días de ensayado.

**Palabras clave:** Concreto, fibras, polipropileno, pavimento rígido, dosificación.

## **Abstract**

The main objective of this thesis project was to evaluate the influence of the application of polypropylene fiber on the properties of concrete in rigid pavement in order to obtain a concrete with greater resistance, so that it can be verified that this provides greater durability and longer life for rigid pavements. This research is based on a non-experimental method of applied type cross-section and causal correlational design, a description of the contributions of other authors will be made and the influence on the properties of concrete will be deepened with the settlement or slump tests, the resistance compression and flexural strength. As a result, we can obtain the optimal dosage of the three types of fibers used (for SikaFiber Force PP48 it was 4kg / m<sup>3</sup>, for SikaFiber PE fibers and Z Additives fiber it was 0.7kg / m<sup>3</sup>), all this with respect to the volume of the concrete. It was concluded that the application of fibers influences the settlement of the concrete in an unfavorable way, since the higher the dosage, the less the settlement, however, for the resistance to compression and bending, favorable results were obtained after 28 days of testing.

**Keywords:** Concrete, fibers, polypropylene, rigid pavement, dosage.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad distintos países presentan mejoras e innovación con respecto al diseño vial y las estructuras que conforman el pavimento, estos presentan innovaciones adicionando nuevos aditivos para que de esta manera puedan solucionar los problemas con los que se encontraban, sin embargo, aun con esto se solían presentar vías dañadas ya sea por la climatología, el paso del tiempo, el exceso de carga o algún factor mayor que pueda estar presente en aquel escenario. En base a esto se opta por considerar nuevos métodos para conservar la vida útil de las vías, en países como Argentina y Chile se determinan mediante ensayos y pruebas las propiedades que pueda otorgar el uso de fibras para mejorar la resistencia en las construcciones de pavimentos.

En Perú existen muchas zonas que aún no están pavimentadas, el transporte es un componente de gran envergadura en la economía de los sectores urbanos y rurales, estos necesitan de una buena estructura y conexión vial. Este es uno de los factores que determina el crecimiento de un país ya que necesita una buena accesibilidad y comunicación con cada región. Sin embargo, aún lidiamos contra problemas que surgen en zonas donde en teoría deberían tener un mejor sistema vial y esto es el mal estado del pavimento.

Nuestro día a día nos permite observar pavimentos en mal estado en diversas zonas limeñas, estos problemas suelen ser omitidos ya que lo consideran un tema irrelevante, si bien es cierto, cuando uno diseña un pavimento se tiene previsto lo que debe y no debe hacer durante el proceso constructivo, esto con el fin de poder evitar posibles grietas, fisuras y demás patologías que se puedan mostrar, sin embargo, aunque podamos cumplir con este proceso las fallas se siguen mostrando en el pavimento y esto puede ser producto de otros factores, ya sea el tiempo de vida útil, la falta de mantenimiento o mala praxis en cuanto al uso, es por ello que surge la necesidad de innovar y buscar algunas soluciones, buscar algo que nos pueda ayudar a mitigar estas fallas en los pavimentos.

La construcción del pavimento sin considerar que sea rígido o flexible se da mediante el uso de bases y sub bases granulares, que si no se funda de la manera correcta pueden ocasionar consecuencias muy negativas para la carpeta asfáltica, y asea presentando fisuras o una capacidad deficiente.<sup>1</sup>

En base a todo ello se da la importancia de reconsiderar las características del diseño y construcción para poder incrementar su durabilidad, pero teniendo en cuenta la eficiencia desde el punto de vista económico y funcional, con la finalidad de que se pueda lograr un buen servicio y que la estructura pueda ser capaz de soportar el constante incremento del transporte vehicular y de las cargas adicionales a las que pueda estar expuesta.

Se ha visto con el correr de los años que el sector de la construcción ha venido incorporando en el concreto convencional distintos elementos como adicionales para reforzar esto, entre ellas están las fibras, con la que se pretende mejorar sus propiedades mecánicas.



**Figura 1** Zona de Estudio

---

<sup>1</sup> (DUQUE , y otros, 2010 pág. 4)

Los pavimentos rígidos convencionales actualmente están siendo de poco uso o de uso temporal, esto debido a su baja resistencia a la flexión, lo cual genera un deterioro apresurado ya que el concreto resiste la compresión, pero difícilmente la tracción y es debido a esto que se originan grietas en el pavimento. Generalmente para absorber los esfuerzos por tracción se adicionan barras de acero como refuerzo, pero esto no necesariamente resuelve el problema mencionado, el concreto carece de comportamiento dúctil, resistencia al corte, a la fatiga, etc. Ante ello nace la necesidad de analizar el comportamiento mecánico del concreto adicionando la fibra de polipropileno, cuyo estudio es de suma importancia para poder determinar las mejoras, optimización, costo y potencial uso en la industria de la construcción en el Perú.

En el Distrito de Los olivos, existen diferentes tipos de pavimentos (80% flexibles, elaborados de carpeta asfáltica y 20% rígidos, elaborado de concreto) por ello el análisis de este proyecto se centra en la Avenida Gerardo Unger, en donde podemos observar distintas patologías que se muestran en el pavimento.



**Figura 3** Evaluación de Zona de Estudio



**Figura 2** Capa de Concreto

Por lo tanto, bajo todo lo mencionado es inevitable analizar el comportamiento del pavimento rígido modificando su composición natural; aplicando la fibra de polipropileno como nuevo material. Esto se realizará con la finalidad de poder aumentar sus propiedades y evitar el agrietamiento del concreto, para esto tendremos como base algunos antecedentes encontrados y así poder obtener resultados que nos puedan mostrar el comportamiento del concreto mezclado con la fibra de polipropileno.

**La formulación del problema** teniendo como base nuestra realidad problemática, es el pavimento rígido el que cumple con optimas características para vías con alto flujo vehicular, sin embargo, con las fallas que suele presentar la estructura surge la necesidad de contemplar alternativas de solución que sea adecuada a la demanda que se muestra y este es la incorporación de las fibras de polipropileno. Entonces se planteó:

### **Problema general**

¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento rígido?

### **Problemas específicos**

¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en el asentamiento del concreto en el Pavimento rígido?

¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en la resistencia a la compresión del concreto en el Pavimento rígido?

¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en la resistencia a la flexión del concreto en el Pavimento rígido?

### **Justificación del estudio**

Este proyecto de investigación tiene como principal finalidad mejorar las propiedades del concreto en los pavimentos rígidos añadiendo la Fibra de Polipropileno, como principal problema a resolver es la aparición de grietas o

fisuras, estas fisuras deben ser mitigadas lo antes posible, ya que con el transcurrir del tiempo y considerando la fatiga del concreto estas fallas pueden derivar a problemas mayores como grietas o baches.

Es de aquí donde nace la justificación, ya que los pavimentos del distrito de Los Olivos, departamento de Lima, presentan muchas fallas y más en su resistencia a la flexión y compresión, la aplicación de las fibras de polipropileno al concreto es una buena opción y está acorde al contexto actual, cabe mencionar que la incorporación de estas fibras aún no es muy aplicada en nuestro país. Y ya que siempre debemos innovar y obtener mejoras, es que el presente proyecto de investigación presenta esta alternativa de solución.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en las propiedades del concreto en el Pavimento rígido.

### **Objetivos específicos**

Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en el asentamiento del concreto en el Pavimento rígido.

Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural sobre la resistencia a la compresión del concreto en el Pavimento rígido.

Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en la resistencia a la flexión del concreto en el Pavimento rígido.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural mejora las propiedades del concreto en el Pavimento rígido.

### **Hipótesis específicas**

La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural influye sobre el asentamiento que tiene el concreto en el Pavimento rígido.

La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural influye sobre la resistencia a la compresión que posee el concreto en el Pavimento rígido.

La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural influye en la resistencia a la flexión que tiene el concreto en el Pavimento rígido.

## II. MARCO TEÓRICO

**Chahua y Huayta**, (2018) en su tesis para optar el grado de Ingeniero Civil titulada *“Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la Nueva Planta Farmagro – Huachipa - Lima”*, de la Universidad de San Martín de Porres, tuvo como **objetivo general** evaluar la influencia de la fibra sintética estructural para optimizar el diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro, la **metodología** de esta tesis es del tipo experimental donde se analizara cual es el comportamiento del concreto añadiendo fibras sintéticas para la construcción de la nueva planta industrial Farmagro, en base a esto se determinara el porcentaje óptimo de la fibra que se deberá utilizar en el concreto y a la vez evaluar las mejoras que podrá tener, su **población** estuvo constituida por toda la mezcla del pavimento rígido con la fibra sintética, su **muestra** son las probetas con fibra sintética y las viguetas, con esto se podrá determinar las propiedades mecánicas del concreto modificado. Se **concluyó** que: en los ensayos de compresión realizados en las probetas sin fibra estructural y con fibra estructural, se notó que la fibra ayuda a mantener el concreto unido sin que ocurran desprendimientos o se destruya por completo la probeta, en los ensayos a flexión, observa según los datos obtenidos que la fibra sintética estructural Barchip MQ58, cumple con los requisitos de diseño establecidos, por lo cual puede sustituir al acero en el diseño de un pavimento rígido, cumpliendo con el diseño establecido, ya que, al adicionar las fibras, se genera mayor tenacidad, comparando el pavimento con fibra sintética versus acero, nos indica que el tiempo de ejecución del pavimento se reduce en 40% si se utiliza fibra sintética en el concreto, reemplazando la colocación de acero de temperatura.

**Flores**, (2018) en su tesis para optar el grado de Ingeniero Civil titulada *“Mejoramiento de la Resistencia del Concreto Adicionando Fibras de Acero en la Av. Tupac Amaru, distrito de Independencia, Lima”*, de la Universidad César Vallejo, tuvo como **objetivo general** evaluar la aplicación de fibras de acero en las características que puede tener el concreto para pavimentos rígidos, la **metodología** utilizada es cuasi experimental ya que analiza el efecto que tiene la aplicación de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos rígidos, esto

es realizado mediante ensayos de laboratorio, su **población** son los ensayos que se realizaran al concreto diseñado y su **muestra** consta de 36 probetas de concreto con y sin fibra y 2 vigas, una con fibra y otra sin fibra. Se **concluyó** que: al adicionar fibras de acero la resistencia a compresión del concreto se eleva y con esto puede producir que, a más dosificación de fibras, la resistencia a compresión será mucho mayor, a la vez se comprueba que un concreto reforzado con fibras de acero resiste más a los esfuerzos por flexión y que el concreto sigue trabajando pese a la aparición de fallas, de esta forma le brinda una resistencia residual mayor y le da una mayor ductilidad al concreto. Obteniendo una mayor resistencia a la rotura, compresión y a resistencia residual, las fibras de acero aportan ductilidad al concreto permitiendo que este concreto siga soportando el peso aplicado incluso después de la visualización de fallas, esto siendo un uso para pavimentos rígidos.

**Chapoñan y Quispe**, (2017) en su tesis para optar el grado de Ingeniero Civil titulada ***“Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villamaría – Nuevo Chimbote”***, de la Universidad Nacional del Santa, tuvo como **objetivo general** estudiar el comportamiento del concreto en el pavimento rígido añadiendo la fibra de polipropileno en el A.A.H.H. Villa María, la **metodología** de esta tesis es experimental debido a que manipularan las variables, es decir que se recolectara información mediante ensayos de laboratorio para que posterior a esto podamos tener soluciones empleando fórmulas y análisis de datos, su **población y muestra** es el A.A.H.H de Villamaría – Nuevo Chimbote. Se **concluyó** que: los ensayos fueron realizados en base a la norma CE.010 y Manual de carreteras que indicaron que el cemento y los agregados son de calidad buena y están aptos para la realización de la mezcla, a la vez se comprobó que la resistencia a la compresión, obtenidas en los 7 y 28 días, muestran una desviación promedio de 3.2 kg/cm<sup>2</sup>. Para lo cual se considera un límite de control de los testigos muy bueno y a la vez, los datos confiables. Teniendo en cuenta la trabajabilidad se verá afectada ya que las fibras son de material hidrológico, por lo tanto, es recomendable un control cuando se elaboren las probetas para ser ensayadas.

**Boto y Santacruz**, (2017) en su tesis para optar el grado de Ingeniero Civil titulada ***“Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono”***, de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá D.C., tuvo como **objetivo general** evaluar la aplicación de nanocompuestos de carbono sobre las propiedades de un concreto para uso en pavimentos, la **metodología** de esta tesis es del tipo experimental donde en la primera etapa utilizaran el procedimiento de dispersión, y en la segunda etapa se centraron más en proceso de dispersión del concreto, los agregados y el diseño de mezcla. Se **concluyó** que: en los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión, no se mostró una tendencia o influencia significativa de las mezclas adicionadas con respecto a la mezcla control, debido a que los resultados se encuentran dentro del rango de los coeficientes de variación. De los ensayos en estado endurecido, los de fatiga presentaron las mayores dispersiones de los datos, especialmente los concretos adicionados con 0.05 % y 0.15 %, debido a la heterogeneidad de las matrices cementante como se observó en las micrografías SEM. La curva de adición de 0.10 % presenta una menor pendiente que las otras 3 mezclas, por lo que el esfuerzo resistido al millón de ciclos sería mayor, y por ende este porcentaje de adición presenta el mejor comportamiento ante fatiga.

**López**, (2015) en su tesis para optar el grado de Maestro en Ingeniería titulada ***“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”***, de la Universidad Nacional Autónoma de México, tuvo como **objetivo general** realizar un estudio para comparar el concreto sin fibra y el concreto reforzado con dos tipos de fibras y diferente porción volumétrica de fibra, a la vez obtener la óptima dosificación de fibras de acero y de polipropileno que se le pueden añadir al concreto, apoyándose en las propiedades físicas, mecánicas y la vida útil del concreto aplicando fibras, la **metodología** utilizada es experimental ya que pretenden demostrar y dar a conocer en base a pruebas de laboratorio las diversas características del concreto con fibras de acero y polipropileno. Se **concluyó** que: la aplicación de fibras en el concreto nos ayuda a disminuir las fisuras, conforme se aumente el consumo de fibra se lograra disminuir las grietas. Para las proporciones

volumétricas similares de las fibras nos muestra lo evidente, que la macro fibra de polipropileno tiene una función más alta que la fibra de acero para la disminución de grietas. Diferenciando su funcionalidad con lo que respecta a la resistencia a compresión del concreto con los varios tipos y porcentaje de aplicación de fibras en el mismo concreto, tomándolo a su edad de 28 días, la resistencia a compresión no presenta ningún cambio de rasgo importante al añadir estas fibras de acero; pero a la edad de 90 días, la resistencia recae hasta un 9% para el concreto con una aplicación de fibra de 60 kg/m<sup>3</sup>. Estas fibras llamadas macrofibras de polipropileno ofrecen un aumento leve en lo que es la resistencia para edades de 28 y 90 días, a diferencia de un concreto sin fibras.

**Espinoza**, (2015) en su tesis para optar el grado de Magíster en Construcciones titulada ***“Comportamiento Mecánico del Concreto Reforzado con Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar”***, de la Universidad de Cuenca, tuvo como **objetivo general** describir la conducta mecánica del concreto adicionando las fibras de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 2.5%, 5% y 8% con respecto al volumen del concreto, la **metodología** de esta tesis es del tipo experimental ya que para esto realizaron ensayos donde determinaron la resistencia a la tracción empleando el ensayo a flexo tracción en las probetas adicionando las fibras de bagazo, la **muestra** que utilizan son de 0.5 a 1Kg de agregado fina y de 8 a 10Kg de agregado grueso, como **resultados** aceptables muestra que el porcentaje de adición para la resistencia a la tracción por flexión y resistencia a compresión es de 1.50% de fibra, esto es con respecto al volumen del concreto. A la vez **recomienda** que los agregados finos sean extraídos de cantos rodados ya que este presenta un porcentaje de absorción menor y en base a ello una trabajabilidad mayor en la mezcla del concreto. Se **concluyó** que: la utilización del bagazo de caña de azúcar como fibra natural en el concreto, sirve para la exclusión de la plasticidad de la mezcla y a la vez el volumen no se perderá en el concreto luego del fraguado inicial. A la vez dependiendo de la utilidad, la baja densidad que tiene esta fibra como material (en proporción al porcentaje empleado), se puede obtener cantidades en volumen muy grandes y a precios muy cómodos.

**Abhishek**, (2017) in his thesis to opt for the degree of Master of Science in Civil Engineering entitled ***“Polypropylene Fiber Reinforced Concrete in Railway Cross-ties”***, of the University of Illinois at Urbana-Champaign, Its **general objective** To study the applications of synthetic polypropylene macro fiber reinforced concrete, To evaluate the performance of various fiber reinforced concrete mixtures through necessary tests and thus investigate the post failure mechanisms, Its **methodology** proposes to better understand the potential of synthetic polypropylene macro fibers to be accommodated by self-consolidating concrete mixtures for a possible application at concrete crossings and at the same time to promote the discussion of the potential benefits of concrete crossings reinforced with synthetic fibers polypropylene, and **conclude** that tests of various mixtures of polypropylene fiber reinforced concrete showed that fiber inclusion may be a useful technique to increase the useful life of railroad crossings due to the considerable residual resistance observed after cracking. It was found that the average residual resistance measured with the help of ASTM C1399 (2015) is a useful parameter that reflects the performance of a particular type of fiber reinforced concrete. There is a need to improve the current state of the standard requirements for a concrete crossing, which could be achieved by incorporating a minimum requirement of average residual resistance.

Esta tesis se centra en estudiar las aplicaciones del concreto reforzado con fibras de polipropileno evaluando el desempeño de las mezclas con las pruebas correspondientes, a la vez poder comprender el potencial uso de las fibras sintéticas como refuerzo para la construcción del pavimento rígido, se concluye que la aplicación de la fibra de polipropileno es una técnica útil para mejorar la vida útil del pavimento de concreto ya que se observa una considerable resistencia residual después del agrietamiento, a la vez la resistencia residual promedio (ASTM C1399) es un parámetro útil que refleja el rendimiento de un tipo particular de concreto reforzado con fibra.

**Ankit**, (2016) in his thesis to opt for the degree of Master in Transportation Engineering entitled **“A Study on Usage of Polypropylene Fiber in Cement Concrete Pavement”**, of the Technological University of Gujarat, Its **general objective** was to present information on civil engineering applications of industrial products such as polypropylene, which is technically sound and safe, so that based on this they can increase the strength of the rigid pavement and reduce cement consumption in the pavement, the **methodology** of this thesis is of the experimental type, show the process of smelting of concrete. The curing and storage of concrete specimens, different tests have been carried out both in fresh concrete and in hardened concrete and from its **conclusions** we can obtain that increase the resistance to compression with the application of polypropylene fiber with cement, the increase was up to 5.56% when the cement is replaced with 1.5% polypropylene, the tensile strength increases with the application of polypropylene fiber with cement, the increase was up to 5.89% when the cement is replaced with polypropylene at 1.5%, the flexural strength increases with the application of polypropylene fiber with cement, the increase was up to 21.15% when the cement is replaced with 1.5% polypropylene, when replacing cement with fiber of polypropylene, it was possible to increase the resistance to an optimal dose of 1.5%, which reduced the cement consumption to a certain extent.

Esta tesis nos muestra la aplicación de productos industriales como el polipropileno en el pavimento, para que con esto puedan aumentar la resistencia del concreto, pero a la vez poder reducir el consumo de cemento en el proceso constructivo, es de tipo experimental ya que muestra el proceso de curado y almacenamiento de muestras de concreto y a la vez se han realizado diferentes pruebas tanto en concreto fresco como en concreto endurecido, de sus conclusiones podemos obtener que aumentan la resistencia a la compresión con la aplicación de fibra de polipropileno con cemento, el aumento fue de hasta 5.56 % cuando el cemento se reemplaza con 1.5% de polipropileno, la resistencia a la tracción aumenta con la aplicación de fibra de polipropileno con cemento, el aumento fue de hasta 5.89% cuando el cemento se reemplaza con polipropileno al 1.5%, la resistencia a la flexión aumenta con la aplicación de fibra de polipropileno con cemento, el aumento fue de hasta el 21,15% cuando el cemento se reemplazó con 1,5% de polipropileno,

al reemplazar el cemento con fibra de polipropileno, fue posible aumentar la resistencia a una dosis óptima del 1,5%, lo que redujo el consumo de cemento hasta cierto punto.

**Moghimi**, (2016) in his thesis to opt for the degree of Master of Science in Civil Engineering entitled “***Behavior of Steel-Polypropylene Hybrid Fiber Reinforced Concrete***”, of the Eastern Mediterranean University, Chipre del Norte, the **objective** of this research is to evaluate and compare the mechanical properties of concrete with the use of hybrid fibers compared to single type fiber composites. The objective of this research is to study and demonstrate the mechanical properties of concrete with the use of hybrid fibers compared to fiber compounds of only one type. The mechanical properties that were examined include compressive strength, rupture modulus (MOR), toughness (energy absorption) and impact resistance. At the same time, the parameters that could damage the mechanical properties of the concrete will be analyzed. The **results** of this research recommend the fiber volume fraction to obtain a reinforced concrete with highly viable and that has a high performance in compression and flexural strength, at the same time the impact resistance, the **methodology** is experimental since all the tests were carried out in a laboratory, this was used to evaluate the concrete in a fresh and hardened state, based on this it was possible to explore the mechanical properties such as compressive strength, flexural strength and impact resistance, **concludes** that for the compressive strength, the best result was obtained from a single type fiber that is coated with sufficient adhesion to the material, resulting in a sufficient tension transfer. Therefore, the high percentage of fiber volume has a significant effect on the compressive strength that competes with a low volume percentage. The **results** show that the addition of fiber increases the impact resistance in concrete. Regardless of the fiber content, increasing the amount of fiber results in increased impact resistance. With a high percentage of steel fiber volume, the high impact resistance results from the high elastic modulus and tensile strength of the steel fiber. In addition, fiber length is another reason to increase the impact resistance of concrete, among single-type fibers, SFRC concrete with respect to fiber properties and the high percentage of fiber volume has better performance. To reinforce the concrete. Similarly, HyFRC with

the highest fiber volume fraction (0.825%) has a higher impact resistance value compared to other HyFRCs.

Esta tesis nos muestra como objetivo la evaluación y comparación de las propiedades mecánicas del hormigón con el uso de fibras híbridas en comparación con los compuestos de fibra de tipo único, a la vez analizaron los parámetros que afectan las propiedades mecánicas, es de tipo experimental ya que realizaron ensayos de resistencia a la compresión, tenacidad (absorción de energía) y resistencia al impacto, los resultados de esta investigación recomiendan la fracción de volumen de fibra a utilizar para obtener un concreto con alta viabilidad y que tenga un alto rendimiento en compresión y resistencia a la flexión, al mismo tiempo que la resistencia al impacto, concluye que, para la resistencia a la compresión, el mejor resultado fue obtenido de un solo tipo de fibra que está recubierto con suficiente adhesión al material, lo que resulta en una transferencia de tensión suficiente. Por lo tanto, el alto porcentaje del volumen de fibra tiene un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión que compete con un bajo porcentaje de volumen.

**Meza, Moreno, Herrera, et al (2017)**, en su artículo científico titulado “**Dispositivo para producir Fibras rizadas para reforzar el concreto**”, del Instituto Tecnológico de Aguascalientes de México, cuyo **objetivo general** fue emplear el alambre galvanizado y recocado para generar fibras rizadas y posterior a ello aplicar las fibras al concreto para su mejora en la respuesta mecánica y de esta forma producir una resistencia residual en el concreto. La **metodología** empleada fue experimental y descriptiva para que primero puedan adquirir las fibras y posterior a ello hacer uso de ellas experimentando en el concreto, mejorando las muestras que se tomaron del concreto reforzado con fibras tanto de alambre galvanizado como de alambre recocado luego de un lapso de 28 días de fraguado para la obtención de datos, como **resultado y conclusión** tenemos que la disposición de la fibra comercial de acero es de carácter limitado en diferentes sitios por ello fue que en esta investigación se propuso una herramienta para poder de esta forma generar fibras galvanizadas y recocidas, también con las fibras obtenidas se procedió a ser mezcladas con el concreto obteniendo un concreto reforzado cuyas dimensiones

se basaron en la norma ASTM, de esta forma se logró obtener una capacidad de resistencia residual el cual está relacionado al tipo de fibras utilizadas y a su porcentaje además de contribuir un nueva alternativa para reforzamiento del concreto.

**Carrillo y Silva**, (2016) en su Artículo Científico de Investigación y Tecnología titulada ***“Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero”***, de la Universidad Nacional Autónoma de México, tuvo como **objetivo general** presentar y discutir el análisis de un proyecto experimental para comprobar cómo trabaja a flexión las losas sobre el terreno reforzado con las fibras. A la vez el artículo incluye el estudio de las correlaciones mecánicas y las normas de diseño del concreto reforzado con fibras de acero, también las curvas carga-deflexión y tenacidad-deflexión del concreto reforzado con diferente porcentaje de fibra de acero. La **metodología** utilizada es experimental ya que incluye ensayos de laboratorio para ocho losas de sección cuadradas de 60cm de lado y 10cm de espesor; a la vez 6 losas con tres porcentajes diferentes de fibra de acero, y dos losas de concreto convencionales. Se **concluyó** que: el empleo de fibras de acero en losas de concreto aumentaría la capacidad de resistencia del elemento con el porcentaje de fibra correcto, a la vez que la desigualdad de la carga máxima, las deflexiones, y la tenacidad en la falla de las losas crecieron considerablemente a medida que se va aumentando el porcentaje de dosificación de fibras de acero. Sin embargo, se requieren más estudios complementarios para corroborar verazmente la conducta del concreto reforzado con fibras o con refuerzo convencional (en este caso la malla electro soldada) y esto no solo para aumentar o mejorar las características de los materiales, si no para poder reducir los costos de los elementos.

**Carrillo, Barrera y Acosta**, (2016) en su Artículo Científico de Ingeniería y Competitividad titulada ***“Evaluación del desempeño a tensión por compresión diametral del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306”***, de la Universidad del Valle Colombia, tuvo como **objetivo general** demostrar que el concreto con refuerzo de fibras es un material con mayor potencial para el uso constructivo de viviendas, ya que tiene mejor capacidad en la durabilidad de los muros por la

resistencia a tensión. Su **metodología** es experimental ya que usaron ensayo de 52 muestras de probetas cilíndricas, a la vez se analizan los modelos vacantes y se deberá realizar un estudio para poder corroborar los resultados obtenidos con los datos medidos. En sus **resultados** tenemos que hay una presencia constante de compresión diametral y deformación unitaria, pero en la resistencia máxima a tensión por deformación y compresión la aplicación de fibra proporciona un mejor enganche para el concreto generando de esta manera una mejora en las capacidades de resistencia y desplazamiento en el concreto. Se **concluyó** que: los modelos propuestos no incluyen únicamente las propiedades de la fibra, mencionan un 100% la durabilidad máxima a tensión por compresión, pero a la vez sus ecuaciones propuestas buscan ayudar a obtener diferentes parámetros relacionados con la resistencia y deformación con la consigna de obtener la precisión y facilitar su uso cuando necesiten ser incluidas en las propiedades y dosificación de las fibras. Y **recomienda** que los estudios deben de ser de fácil implementación, ya que puede incrementar el uso del concreto con fibras, sin embargo, su trabajo está evaluado por la resistencia a la tensión. En posibles estudios superiores se deben definir los registros de tenacidad considerando la construcción con materiales locales y de mejor presupuesto.

**Las Fibras** son hilos discontinuos, estas son elaboradas de muchas formas y dimensiones, generalmente son destinadas para ser empleadas en concreto. Tiene como función principal reducir la aparición de fisuras, pero a la vez una futura proliferación de daños excesivos en los elementos estructurales del concreto.<sup>2</sup>

Posiblemente la utilización más extensa de lo que son las fibras como un constituyente adicional en los materiales aglomerantes, fue el uso en componentes prefabricados de asbesto o tejas. Cierta vez las fibras de asbesto proporcionaban al elemento el monolitismo y la denominada resistencia a la tensión necesaria, aunque por tener en cuenta la salud en general, estas fibras han sido cambiadas por distintos materiales los cuales no causan ningún daño a la humanidad.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> (MACCAFERRI, 2018 pág. 3)

<sup>3</sup> (SIKAFIBER, 2019 pág. 5)

El empleo de las fibras naturales como elemento adicional de relleno o aglomerante, no es nuevo en el proceso constructivo y se remonta a siglos atrás. En la aplicación con el concreto muestran referencias anticipadas de experimentación con un reforzamiento de manera discontinua ya sea con elementos como; clavos, cables, ganchos, esto se remonta al año 1910.<sup>4</sup>

En la actualidad vienen siendo usados en las construcciones, siendo el sector industrial el principal proveedor de las fibras, entre ellas; el polipropileno, el vidrio, el acero y el nylon, que en base a ello crean nuevas opciones de materiales más sólidos teniendo en consideración las necesidades actuales.

La aplicación de estas fibras al concreto concede mejores propiedades que las del concreto convencional, ya que mejoran las características nombradas anteriormente, se sabe que el concreto convencional carece de resistencia a la flexión, lo que se pretende en este proyecto de investigación es poder determinar cuánto aporta la adición de fibras cuando el concreto tiende a fallar.

**Estas fibras orgánicas** se distinguen por ser de algodón, rayón, poliéster, polipropileno, polietileno y nilón.

En la actualidad las fibras de polipropileno, nylon, polietileno, que son inofensivas para la salud humana, se utilizan en la elaboración de productos prefabricados. Esto se emplea en la prefabricación de estructuras pesadas (vigas, pilotes, postes, dovelas) y a la vez en la prefabricación de estructuras livianas (laminas, ladrillos, etc.). Cabe mencionar que en la prefabricación de estructuras pesadas como son las dovelas para túneles han añadido macrofibras como parte de reemplazo del acero secundario.<sup>5</sup>

**Las fibras de polipropileno** evidencian una ventaja complementaria que va más allá de la conducta mecánica de este material y es la resistencia al fuego. Esta fibra en dosificaciones de 1 kg/m<sup>3</sup> de concreto ha probado una reducción y eliminación

---

<sup>4</sup> (SIKAFIBER, 2019 pág. 6)

<sup>5</sup> (SIKAFIBER, 2019 pág. 15)

del descascaramiento de la carpeta del concreto, esto es debido a que a 160°C el material se derrite y deja que el vapor que esta al interior salga eliminando las presiones que suele producir.<sup>6</sup>

Las fibras sintéticas estructurales en comparación con las fibras metálicas, son inertes químicamente, esto quiere decir que las fibras no se descomponen por muy violenta que sea la sustancia química empleada. El rendimiento mecánico y durabilidad del concreto con adición de la fibra sintética estructural es muy superior a la del concreto tradicional reforzado con fibras de acero.<sup>7</sup>

Tal como mencionan los autores, la aplicación de las fibras de polipropileno en el concreto aportan semejantes o mejores propiedades que las fibras de acero, estas fibras pueden disminuir la contracción plástica y la fisuración. Dado a su versatilidad es compatible con las técnicas de construcción usadas comúnmente y se pueden emplear cuando la ocasión se la requiera ya que es no tiene un costo elevado.



**Figura 4** Fibras

**El Sika® Fiber Force PP-48** es fibra de polipropileno macro sintética estructural, creada y empleada como reforzamiento secundario para el concreto, es elaborada con polyolefina de elevada función y mecánicamente deformadas en todo el cuerpo, esto sirve para maximizar el anclaje con el concreto y obviar la perdida cuando se emplea el material, a la vez es orientada a obtener la mayor área de fricción con el

<sup>6</sup> (SIKAFIBER, 2019 pág. 17)

<sup>7</sup> (RIVERA, y otros, 2010 pág. 31)

concreto, lo que trae como consecuencia una mayor unión y eficacia a la absorción de energía y resistencia a la flexión. Está fabricada bajo la certificación ISO 9001:2000, para ser empleada como reforzamiento del concreto, esta deberá ser añadida como mínimo a 2 kg por m<sup>3</sup>. Este material es elaborado en base a la norma ASTM C 1116/C 1116 M y con la norma EN-14889-2 como clase II.<sup>8</sup>

Se emplea en; losas industriales, zonas de estacionamiento, componentes prefabricados, pavimentos, plataformas de metal y concreto, capas de tipo coberturas.

**Las características y ventajas principales del Sika® Fiber Force PP-48** son la resistencia a la tenacidad, la absorción de energía, el impacto, la resistencia residual y ductilidad del concreto se incrementa considerablemente: estas macro fibras se incluyen al concreto para poder mejorar e incrementar la tenacidad del material, es decir para que estas estructuras incluso después de agrietarse sigan siendo cargadas o utilizadas normalmente. El concreto fibro reforzado permite que la estructura siga absorbiendo carga después de la fisuración sin colapsar, este remarca que la estructura puede seguir funcionando sin ningún problema.

La fluidez de la mezcla (Slump) no se ve afectada: las dosificaciones más frecuentes son entre 0.2% a 0.8% con respecto al volumen del concreto, las macro fibras más usadas son las metálicas y sintéticas, el diámetro de estas fibras varía entre 0.05mm y 2mm.

El agrietamiento en su estado fresco y endurecido del concreto disminuye: esta macro fibra está destinada a impedir las fisuras si es que esta se presenta y a ofrecer una funcionalidad de la carpeta. Su trabajabilidad es más fácil y segura de usar que el refuerzo tradicional: las macro fibras metálicas o sintéticas no modifican su soporte a la compresión y si lo hicieran, lo hacen de una manera leve sobre la resistencia a la flexión y tensión.

---

<sup>8</sup> (SIKAFIBER, 2019 pág. 2)

El tiempo durante la aplicación y el proceso es menor: las macro fibras se combinan como un agregado más del concreto, generalmente demanda entre 3 a 5 minutos de mezclado para que se pueda garantizar su total difusión.

**Propiedades mecánicas:** el polipropileno es un material sintético que alcanza un buen balance rigidez/impacto, ya que por ser un producto de gran versatilidad es semejante con la mayoría de procedimientos de construcción y procesamiento que puedan existir, esto puede ser utilizado en diferentes tipos de aplicación y cuando la necesidad lo demande.

**Propiedades químicas:** el polipropileno muestra una eficacia superior a la resistencia química a solventes comunes, este material tiene un menor peso específico, esto quiere decir que se emplea una cantidad menor para poder obtener un producto ya terminado. A la vez tiene una buena estabilidad dimensional, ya que soporta altas temperaturas y cuenta con barrera al vapor de agua, esto quiere decir que evita de cierta forma el traspaso de humedad.

**Como desventajas,** no se recomienda la fibra como un método para utilizar secciones de menor espesor que las del diseño inicial u original, cabe mencionar también que para el espaciado de las juntas se debe seguir los estándares de las normativas vigentes.

**La dosificación** para la fibra es de 2 a 9 kg/m<sup>3</sup> de concreto, esto también depende del esfuerzo residual, ductilidad, tenacidad y energía que se requiere emplear. Para poder precisar la cantidad exacta de utilización de fibra, si el concreto es lanzado, las muestras deben ser tomadas en campo, empleado el equipo correcto, ya que las fibras sintéticas por naturaleza suelen perderse durante su empleo.

**La aplicación** se usa como un refuerzo con proceso mecánico más no es químico. Esto es debido a la eficacia que tiene la fibra, esta no necesita alteración del diseño de la mezcla de concreto, ya que no afecta claramente la fluidez de esta. La fibra macro sintética estructural puede ser aplicada antes, durante o después de haber realizado la mezcla con los agregados del concreto. Se solicita un tiempo mínimo

de mezclado de 3 a 5 minutos por m<sup>3</sup>, esto según especificaciones de la norma ASTM C-94. Esta fibra se aplica generalmente para la fabricación de pavimentos industriales, túneles, carreteras, concreto de alta resistencia (suelos industriales), prefabricados de hormigón.

**El SikaFiber PE** es fibra sintética y conocido como un refuerzo de alta tenacidad que evita los agrietamientos del concreto. Esta fibra tiene como composición una combinación de monofilamentos reticulados y enrollados, que se distribuye uniformemente dentro de la mezcla de concreto.<sup>9</sup>

**Las características y ventajas principales del SikaFiber Force PE** son la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad; reduce la fisuración por retracción e impide su propagación, en mayor cuantía se obtiene una mejor resistencia a la compresión y tracción, aumenta el índice de la tenacidad del concreto y al ser de tipo físico no afecta el proceso de hidratación de la mezcla.

**La fibra Z Aditivos** es fibra inerte de polipropileno, químicamente para la prevención de las fisuras en el concreto, este material es elaborado en base a la norma ASTM C1116 tipo I – II, ASTM C1399 y resistencia residual, ASTM C1116-95.

**Las características y ventajas principales de Z Aditivos** son la resistencia a los álcalis, evita la permeabilidad, reduce la contracción, resistente al impacto y la ductilidad, no es corrosivo y es resistente a la abrasión.

**Concreto**, Combinación de ingredientes aglomerantes y agregados finos y gruesos. Es usual que para esto se emplee el cemento portland y el agua como un aglomerante, teniendo en cuenta que si la condición lo requiere se puede emplear aditivos para poder incrementar las características del concreto.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> (SIKAFIBER, 2019 pág. 5)

<sup>10</sup> (MTC, 2013 pág. 15)

“Material con características importantes que lo mantienen vigentes en el mundo y con limitaciones que pueden ser minimizadas con fibras, las limitaciones del concreto es su comportamiento frágil y la baja capacidad de deformación ante la rotura”.<sup>11</sup>

El concreto es el compuesto más empleado en las construcciones, se produce de la mezcla del cemento que ocupa entre el 7% y 15% de la mezcla, el agua entre el 14% al 18% de la mezcla y el agregado (grueso y fino) que entre el 59% y 76% del volumen de mezcla, no obstante, se puede obtener otros materiales complementarios como adiciones y aditivos que ocupan entre un 1% a 7% de la masa.<sup>12</sup>

En base a lo mencionado, según el escenario en el que se presente se pueden añadir aditivos al concreto, esto para que pueda mejorar las propiedades del mismo o lo que el contexto pueda requerir, a la vez reafirma que el concreto es el material más usado en la construcción, esto debido a su versatilidad y las funciones que cumple cuando se le requiere, teniendo en cuenta este proyecto de investigación nos centraríamos en la aplicación de fibras de polipropileno.

**El concreto reforzado con fibras** es creado en base a cementos hidráulicos, que contienen agregados finos y gruesos o solo finos y a la vez fibras moderadas variables que tienen como objetivo principal aportar mejores propiedades a la mezcla o características determinadas al concreto.<sup>13</sup>

El uso de fibras en el hormigón tiene como función crear un componente diferente, en el cual la mezcla ya puede ser tomado como un material distinto, conformado por una matriz de cemento hidratado. Esto está mezclado a un elemento reforzante constituido por un material fibroso de naturaleza diferente.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> (MACCAFERRI, 2018 pág. 13)

<sup>12</sup> (SANCHEZ, 2011 pág. 221)

<sup>13</sup> (ACI 544, 1996 pág. 25)

<sup>14</sup> (MACCAFERRI, 2018 pág. 9)

De la misma forma, asignar a la mezcla las fibras con una apropiada resistencia a la tracción, distribuido uniformemente en el concreto, forma una armadura donde demuestra una excesiva efectividad al neutralizar la retracción del concreto y a la vez aportar una ductilidad que llega a ser elevada en base a la medida de la resistencia y proporción de fibras, aportando así una gran tenacidad al concreto.<sup>15</sup>

Los morteros y hormigones tienen como principal característica la resistencia a la compresión, cabe resaltar que esta resistencia es muy elevada, pero a la vez tiene una resistencia a la tracción muy baja. Estos suelen ser reforzados con estructuras de acero para que en base a ello puedan soportar los esfuerzos de tracción, ocasionando un soporte de gran utilidad y efectividad en la edificación de estructuras para obras civiles.<sup>16</sup>

Si bien es cierto, el concreto reforzado es un material compuesto de muchas fases, que incluye cemento, agregados, agua, aditivos y fibras. En conclusión, las mejoras de las propiedades físicas y mecánicas dependen primordialmente de los componentes empleados y de la interacción química, física y mecánica que puedan tener entre ellos. Este proyecto de investigación pretende evaluar las mejoras de las propiedades mediante ensayos de laboratorio para comprobar el aporte de las fibras de polipropileno macro sintético estructural en el concreto.

**Los componentes del concreto** son una combinación de arena, roca molida y otros agregados que se unen para poder generar una aglomerante con la incorporación del agua y cemento. En ocasiones y cuando lo amerite se le adicionan aditivos para que puedan mejorar las características del concreto.<sup>17</sup>

“El concreto es un compuesto para la construcción obtenido de la combinación de cemento portland, agregado finos y gruesos, agua y aire, todas estas en cantidades proporcionadas para llegar a conseguir propiedades señaladas, específicamente la resistencia”.<sup>18</sup>

---

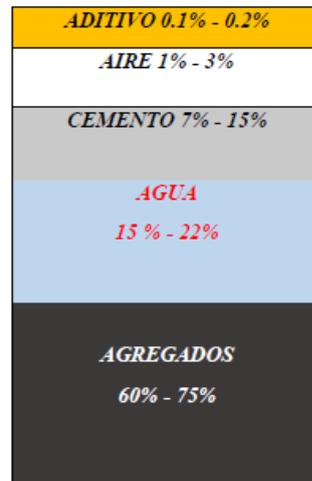
<sup>15</sup> (MACCAFERRI, 2018 pág. 9)

<sup>16</sup> (CUENCA, 2008 pág. 16)

<sup>17</sup> (MC CORMAC, y otros, 2011 pág. 20)

<sup>18</sup> (ABANTO, 1998 pág. 11)

Se señalan las dimensiones o medidas en volumen absolutos de los componentes que conforman el concreto.<sup>19</sup>



**Figura 5** Componentes del concreto

Si bien es cierto los componentes del concreto están definidos técnicamente por normas estándar, se conoce que últimamente se están empleando las fibras minerales, orgánicas, metálicas y las cenizas como aditivos, esto está demostrado que mejoran las propiedades del concreto ya sean premezclados o directamente como componente del concreto. Este proyecto de investigación pretende poder aportar las mejoras que pueda tener las propiedades del concreto añadiendo las fibras de polipropileno macro sintética estructural como componente de la mezcla.

**El cemento** es: Elemento triturado que por una cantidad de dosificación de adecuada de agua crea una masa aglomerante apto para posteriormente endurecerse, esto será bajo el agua y también como en el aire.<sup>20</sup>

Como se señala, el cemento es el elemento que con una cantidad adecuada de agua puede formar una pasta conglomerada capaz de tomar dureza bajo el agua y el aire, a la vez poder formar agregados muy estables para la construcción, ya que este es uno de los componentes más requeridos en la actualidad.

<sup>19</sup> (CACHAY, 2014 pág. 24)

<sup>20</sup> (NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO, 2009 pág. 26)

**El agua** al ser empleado con la aglomeración del concreto, tiene la cualidad de catalizar, a la vez ayuda a realizar la masa y a la vez incluir características que el concreto requiere en su estado fresco, esto para su fácil colocación y manipulación, a la vez cumple con las funciones de ofrecer las propiedades que requiere en estado sólido. Es de suma importancia que el agua sea potable, sin embargo, si esto no es posible se podrá considerar aguas de otras fuentes, ya sea ríos o afluentes naturales, con la consideración que están tienen que ser aguas claras que no tengan olor y puedan tener las condiciones químicas necesarias que se presentan en la norma NTP 339.088.<sup>21</sup>

Sin duda alguna el agua tiene múltiples desempeños tanto en estado sólido como en estado fresco, ya que en su estado fresco permite que formemos la pasta y en su estado seco es donde aporta las propiedades adecuadas para el concreto. Sin embargo, esta normativamente establecido cuales son las características que debemos tener presente para poder elegir el agua en los casos donde esta no abunde o no sea potable, ya que los elementos aglomerados en el agua podrían ser un riesgo e influenciar en las mezclas del concreto.

El agua utilizada en la mezcla del concreto es aquella que también se emplea para el consumo humano, esta debe estar limpia, libre de elementos orgánicos y no debe tener sales, ya que puede perjudicar el fraguado del concreto y a la vez la resistencia de este. Considerando todo ello el agua debe obedecer las condiciones que la norma NTP 339.088 y ASTM C 1603 estipula.<sup>22</sup>

**Los agregados** son elementos granulares de procedencia natural o convencional, dividido en arena, grava, piedra gruesa, piedra delgada, piedra triturada y residuos de hierro de alto horno, comúnmente utilizado como medio aglomerante para conformar el concreto hidráulico.<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> (SENCICO, 2010 pág. 11)

<sup>22</sup> (NORMA TÉCNICA PERUANA 339.034, 2008 pág. 4)

<sup>23</sup> (NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO, 2009 pág. 25)

Se llaman agregados áridos a todos los materiales que provienen mediante la trituración de rocas, los cuales se asocian con los aglomerantes y el agua, las mezclas de estos forman el concreto. Los agregados en mención forman el 65 o 75% de la mezcla del concreto. Se debe tener presente la importancia que deben tener los agregados, tienen que estar libres de impurezas, ya sea arcillas o limo, y materia orgánica, ya que esto puede perjudicar la unión de la pasta de cemento.<sup>24</sup>

En base a ello se puede mencionar que los agregados son la parte más importante del concreto, ya que es el material que ocupa más volumen en la mezcla.

**Los aditivos** son los materiales opuesto del agua, distinto a los agregados y también al cemento, comúnmente empleado como constituyente de la mezcla concreto, y que generalmente se aplica a este en el proceso antes o durante de la composición, con el fin de modificar y mejorar sus propiedades.<sup>25</sup>

Los aditivos se emplean generalmente cuando se exige mejorar alguna característica o propiedad del concreto, centrándonos en este proyecto de investigación emplearemos la fibra de polipropileno macro sintética estructural para poder mejorar las propiedades del concreto utilizado en un pavimento rígido.

**Las propiedades del concreto** que se tendrán en cuenta para este proyecto de investigación son el asentamiento (ensayo en estado fresco), la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión (ensayo en estado endurecido).

### **Ensayo en concreto fresco**

#### **Asentamiento**

El ensayo de asentamiento o Cono de Abrams es el método más empleado para evaluar la solidez del concreto, esta evaluación consta de un equipo en forma de cono, este molde de metal tiene de 30cm de altura con 20cm de diámetro de base y 10cm de diámetro de la parte superior. Y para el procedimiento se comienza a rosear el concreto en 3 capas de las mismas medidas aproximadamente, ya

---

<sup>24</sup> (ABANTO, 1998 pág. 23)

<sup>25</sup> (NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO, 2009 pág. 25)

colocada cada capa se procede a aplicar 25 golpes para poder consolidar el concreto (esto se tiene que repetir en cada capa). Cuando el concreto se asienta se procede a vaciar el cono en una superficie plana y se lo coloca al costado para posterior a ello poder medir el asentamiento.<sup>26</sup>

Este ensayo en estado fresco deberá ser más correctivo, ya que resulta de suma importancia la ejecución de ensayos de asentamiento para poder garantizar el correcto cumplimiento de todas las especificaciones que suelen tener en estado endurecido.<sup>27</sup>

Este ensayo es una propiedad física del concreto y es usado mayormente en campo para verificar la calidad del concreto en su estado fresco, teniéndolo en cuenta como un primer control de calidad. Ya que si este concreto no cumple con los parámetros de diseño es rechazado al no satisfacer las necesidades que demanda alguna construcción.

### **Ensayo en concreto endurecido**

**La resistencia a la compresión**, este ensayo realizado a la probeta de concreto es medido por la división de la máxima carga alcanzada durante la prueba de laboratorio, entre el área que tiene la sección de la probeta ensayada (150mm de diámetro y 300mm de altura).<sup>28</sup>

Se desarrolla con relación al tiempo, considerándose importante los primeros días después del vaciado, con los ensayos y el curado óptimo se podrá obtener las cifras de las evaluaciones a los 28 días y en base a ello poder determinar la resistencia máxima a la compresión.<sup>29</sup>

Es la cualidad primordial del concreto endurecido mientras el proceso de realización de un proyecto este activo, esto establece una enorme satisfacción para los

---

<sup>26</sup> (NTP 339.035, 2008 pág. 50)

<sup>27</sup> (UNICON, 2016 pág. 32)

<sup>28</sup> (NORMA TECNICA PERUANA 339.034, 2008)

<sup>29</sup> (RIVERA, Sf pág. 121)

involucrados en el proceso constructivo, sin embargo, esto no es garantía de durabilidad con el correr del tiempo.<sup>30</sup>

Este indicador es obtenido gracias al ensayo de un cilindro cuyas dimensiones están dadas por 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. La resistencia a la compresión  $F'_c$  tiene como definición el promedio de al menos 3 probetas que tienen la misma característica con la edad indicada, sin embargo, esta edad puede variar dependiendo sus especificaciones y usos.<sup>31</sup>

Se conoce como resistencia a la compresión al trabajo máximo hasta donde resiste un material luego de ser sometido a cargas continuas, este es el caso del concreto, hasta poder llegar a un punto de inflexión, que es el punto de rotura. Es en este punto donde podremos determinar su resistencia a la compresión.

**En Resistencia a la Flexión** sabemos que el concreto soporta mucho a compresión que, a flexión, es por esta razón que la resistencia a flexión es la propiedad más relevante en la calidad de un concreto para cualquier tipo de pavimentos. Esta losa de concreto siempre estará sometida a cargas de compresión y flexión, esto como consecuencia del paso de transporte y temperatura. Al momento del diseño, el pavimento se crea considerando los esfuerzos producidos por el paso vehicular.<sup>32</sup>

La resistencia a la flexión es el trabajo normal que se muestra en la sección de una viga cuando es expuesta a cargas transversales. Sumado a los ensayos de laboratorios nos mostrara los resultados buscados para analizar el concreto utilizado.<sup>33</sup>

La resistencia a la flexión es una proporción de la resistencia a la tracción, es la medición de la resistencia a la falla de una losa o viga hecha de concreto. Se evalúa en base a ensayos aplicados a la viga de concreto, se le aplica cargas en sus tercios

---

<sup>30</sup> (TOIRAC, 2019 pág. 80)

<sup>31</sup> (HARMSSEN, 2017 pág. 21)

<sup>32</sup> (RIVERA, Sf pág. 133)

<sup>33</sup> (CHANG, y otros, 2015 pág. 27)

de apoyo o en el punto centro, estas cargas son aplicadas en base a las normas ASTM C78 y ASTM C293 respectivamente.<sup>34</sup>

Para este proyecto de investigación deberemos realizar la comparación y los ensayos de flexión en el laboratorio y comprobar cómo trabaja un concreto reforzado con fibras de polipropileno macro sintética estructural y otro sin fibras.

**El pavimento** es una estructura conformada por varias capas constituidas encima de la sub rasante, estas sirven para distribuir y resistir las cargas originadas por el tránsito vehicular y a la vez aumentar el confort y seguridad del paso de los vehículos. Esta estructura generalmente la conforman las capas de base, sub base y carpeta de rodadura.<sup>35</sup>

Lo mencionado por los autores reafirma lo conocido; los pavimentos son conjuntos de capas superpuestas de material seleccionado que se coloca por encima del terreno natural, este conjunto de capas que se realiza en un pavimento tiende a cumplir en muchas ocasiones un factor económico, ya que cuando se define el espesor de una capa del pavimento el objetivo es darle un grosor mínimo que sea capaz de reducir los esfuerzos aplicados sobre la capa inferior siguiente. Sin embargo, la resistencia de estas capas va a depender del material con el que está constituido, pero a la vez influenciara el procedimiento constructivo, teniendo como factor primordial la compactación y la humedad, cabe resaltar que si el proceso no es el adecuado el material por el efecto de cargas se puede consolidar y posterior a ello se pueden producir patologías.

Los pavimentos rígidos son aplicados en puertos, pisos industriales y lugares donde operan vehículos pesados. El material más usado para la construcción de estos pavimentos rígidos son las losas de concreto, esto se debe a que suele ser más económico y por su fácil disponibilidad, esta losa deberá estar diseñada para poder soportar las repetidas cargas vehiculares y evitar las fallas por fatigas. Estos pavimentos rígidos se diseñan para un periodo de vida útil de 20 a 40 años.

---

<sup>34</sup> (GARCIA, 2019 pág. 6)

<sup>35</sup> (MTC, 2015 pág. 23)

**El pavimento rígido** es una estructura creada particularmente por una capa de subbase granular, sin embargo, dicha capa también puede ser de base granular o también puede asentarse con cemento o cal y una carpeta de rodamiento de losa de concreto, esto será como aglomerante, agregados y si fuese necesario se empleará aditivos.<sup>36</sup>

Generalmente esta estructura está caracterizada por una losa de concreto hidráulico de 18 a 30 cm de capa de espesor, que tiene la función de estar soportada sobre una capa estabilizada con cementos hidráulicos.<sup>37</sup>

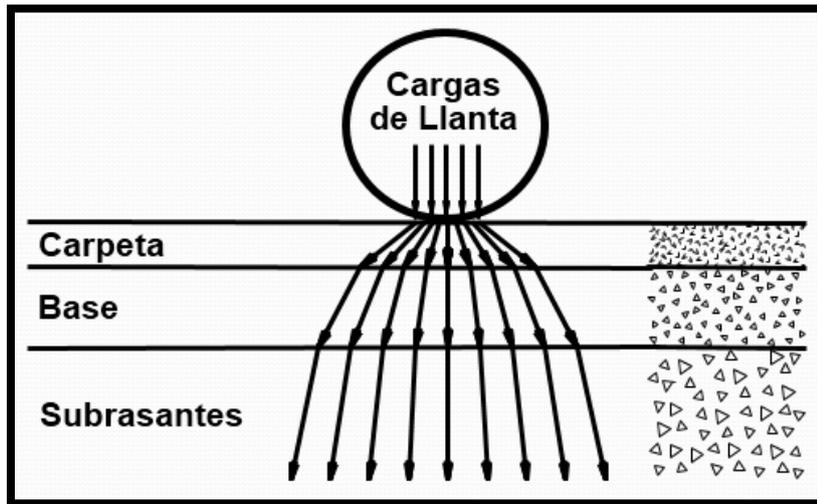
En base a lo mencionado, la losa de concreto tiene la posibilidad de ser mejorada con la incorporación de aditivos, esto es debido a que los pavimentos rígidos se diseñan según las cargas que soportaran, cabe mencionar que siempre se contempla diseñarla con la carga mayor, ya que las cargas que son menores no afectan considerablemente la estructura del pavimento, es por ello que se le adicionan algunos aditivos para que en base a ello se pueda mejorar las propiedades del concreto a emplear.

En el Perú usualmente se emplean dos tipos de pavimentos; el pavimento flexible que está conformado por sub base, base y la carpeta asfáltica, y el pavimento rígido que a diferencia del flexible lleva una carpeta de rodadura de concreto, este pavimento muestra características muy distintas al mencionado inicialmente, es por ello que su empleabilidad será determinada según las zonas en las que estará ubicada y su utilización.

---

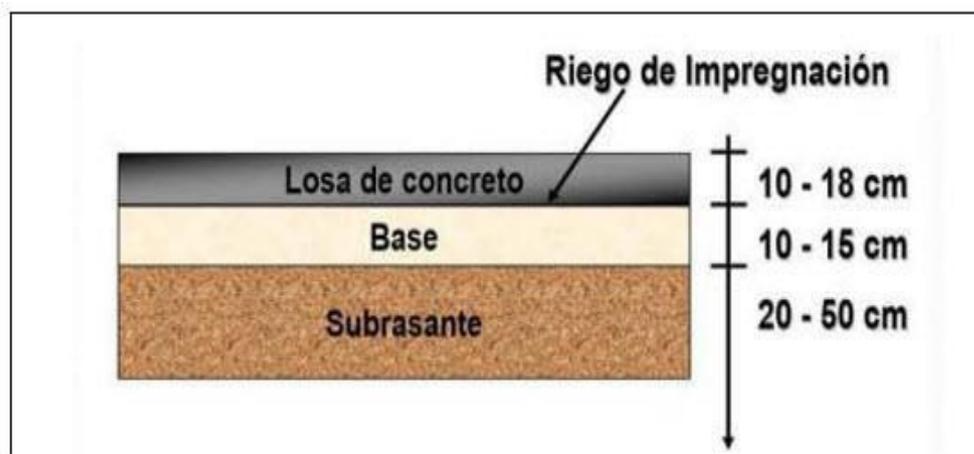
<sup>36</sup> (MTC, 2013 pág. 24)

<sup>37</sup> (RONDON, y otros, 2015 pág. 406)



**Figura 6** Transmisión de cargas en un Pavimento Rígido

Este pavimento formado por losas de cemento portland sobre una base, sub base o en ocasiones directamente a la sub rasante son las que ayudan a que los esfuerzos transmitidos al suelo puedan ser mínimos, ya que las losas de concreto distribuyen las cargas en forma disipada hacia las capas inferiores en donde la rigidez hace que los esfuerzos se distribuyan homogéneamente.



**Figura 7** Corte Transversal de un Pavimento Rígido

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación de acuerdo al fin**

Aplicada; se le llama así a la utilización del conocimiento y los resultados obtenidos de alguna investigación que tiene como solución una manera severa y estructurada de entender la realidad del suceso.<sup>38</sup>

Partiendo de lo detallado, este informe de investigación es de tipo aplicada, ya que, realizaremos la recopilación de información y analizaremos sus resultados para que en base a ello podamos obtener las mejoras y comportamiento que pueda tener el concreto para pavimento rígido con la aplicación de la Fibra de Polipropileno.

##### **Tipo de investigación de acuerdo al nivel**

Se denomina diseño correlacional causal porque detalla las relaciones que existen entre dos o más variables en un determinado momento. En ocasiones solo en términos correlacionales y a la vez otras en función de la relación causa-efecto (llamadas causales).<sup>39</sup>

Con ello podemos afirmar que en esta investigación relacionaremos las variables en mención para poder demostrar si estas tienen relación entre sí y con ello obtener los resultados deseados.

##### **Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico**

Se llama diseño no experimental de corte transversal al cual el investigador no realizara manipulación en forma deliberada de ninguna variable. El investigador no reemplaza intencionalmente la variable independiente. Se estudian los hechos tal y como se presentan para luego analizarlos. Es por ello que en este diseño no se construye una postura específica, solo se observa las que existen.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> (VARGAS, 2009 pág. 160)

<sup>39</sup> (SAMPIERI, y otros, 2016 pág. 190)

<sup>40</sup> (PALELLA, y otros, 2010 pág. 87)

En base a lo mencionado, este proyecto de investigación es no experimental, ya que realizaremos el estudio utilizando la información obtenida de otros autores y analizaremos los resultados tal y como se presenten.

### **Tipo de investigación de acuerdo al enfoque**

La metodología cuantitativa parte de teorías ya establecidas, en base a esto se dispone las relaciones entre las variables del problema analizado, mediante este análisis se busca obtener el grado de relación de las variables en estudio. El método siguiente inicia con la hipótesis formulada, esta hipótesis es formulada en base a la teoría mostrada, siguiendo con la operacionalización de variables y posterior a ello los datos procesados e interpretados.<sup>41</sup>

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variables**

-Variable Independiente: Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural.

-Variable Dependiente: Concreto.

**Operacionalización de variables**, la variable a estudiar o medir será la independiente adicionándola a la variable dependiente.

#### **Escala de medición**

Se llama escala **De razón** porque posee las propiedades de las escalas nominal, ordinal y de intervalo, a la vez tiene un cero absoluto o natural con significado empírico.<sup>42</sup>

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La población está constituida por las cifras que reúnen varias propiedades comunes a las que queremos evaluar. Generalmente es complejo definir la población y

---

<sup>41</sup> (MONJE, 2011 págs. 13-14)

<sup>42</sup> (SAMPIERI, y otros, 2016 págs. 247-248)

delimitar su tamaño, esto es debido a las singularidades que pueda presentar la distinta información de la fuente en consulta.<sup>43</sup>

En este caso nuestra población serán todos los ensayos del concreto a realizarse en su estado fresco y endurecido.

### **Muestra**

“Es naturalmente un subgrupo de la población. La muestra es un subconjunto de componentes que corresponden al conjunto determinado en base a sus cualidades que se le llama población”.<sup>44</sup>

La presenta tesis uso la resistencia del concreto de  $F'c$  280kg/cm<sup>2</sup> y las dimensiones o ensayos a realizar son el asentamiento, la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

### **Muestreo**

“El muestreo por juicio o criterio de investigación pertenece a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico, que generalmente se da en las investigaciones experimentales”.<sup>45</sup>

Según lo mencionado, este proyecto de investigación es de muestreo no probabilístico, ya que para la recopilación de datos se realizaron ensayos, con el fin de obtener mejores resultados para comprobar las propiedades del concreto.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

La investigación documental se determina exclusivamente en la búsqueda y recopilación de información de distintas fuentes. Investiga sobre un tema determinado en documentos o escritos sin alterar ningún factor.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> (LA FUENTE, y otros, 2008 pág. 9)

<sup>44</sup> (SAMPIERI, y otros, 2016 pág. 141)

<sup>45</sup> (ÑAUPAS, 2014 pág. 253)

<sup>46</sup> (PALELLA, y otros, 2010 pág. 90)

Este proyecto de investigación es documental pues recopilaremos información en su contexto original para que posterior a ello podamos explicar los resultados.

### **Instrumento de recolección de datos**

Esto es parte fundamental para la correcta realización de la matriz de datos, ya que en base a este procedimiento (recolección de datos) podremos obtener la información que buscamos sobre nuestras variables.<sup>47</sup>

Los análisis de las variables serán realizados con información documentaría y fichas de recolección de datos para que en base a los resultados encontrados podamos determinar cómo influye la variable independiente de la variable dependiente.

### **Validez**

La validez de un instrumento se define por la importancia en que se evalúa la variable a estudiar, es decir, es el nivel que puede medir el investigador con el instrumento de medición. A la vez la validez es el nivel hasta donde el estudio puede lograr los objetivos, ya sea realizar pruebas sobre el fenómeno que se estudiara o la disposición que pueda tener el estudio para poder describirlo.<sup>48</sup>

Hacemos referencia que todo el estudio será respaldado mediante normas técnicas y e investigación documentaria comprobada, en base a ello podremos interpretar los resultados conseguidos y compararlos individualmente.

### **Confiabilidad**

Un instrumento está definido por el nivel de semejanza de las conclusiones que se puedan tener en un estudio aplicado al mismo individuo en repetidas ocasiones. A mayor similitud de los resultados de las repetidas pruebas, mayor será el nivel de confiabilidad.<sup>49</sup>

---

<sup>47</sup> (CHAVEZ, Sf. pág. 5)

<sup>48</sup> (GALLARDO, y otros, 1987 pág. 51)

<sup>49</sup> (GALLARDO, y otros, 1987 pág. 47)

Este proyecto de investigación empleara normas técnicas, las cuales son estandarizadas a nivel nacional e internacional, hago mención que los ensayos a realizar serán monitoreados por personal capacitado.

### **3.5. Procedimientos**

Se realizo la búsqueda y recopilación de información documentaria para poder realizar la interpretación de los resultados de tesis y/o expedientes técnicos encontrados sin alterar ningún factor, empleando tablas y gráficos para un mejor desarrollo.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Es aquí donde se detalla los diversos procedimientos a emplear y también a los que serán expuestos los resultados que se puedan obtener.<sup>50</sup>

Para esto usaremos los resultados de los ensayos de laboratorio, tales como ensayos de asentamiento, la resistencia a la compresión y por último la resistencia a la flexión, en base a ello podemos mostrar la culminación de la recolección de datos y posterior a ello podremos realizar la interpretación de los resultados con los datos obtenidos.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Como futuros ingenieros, estaremos para prestos a servir a la sociedad, teniendo como compromiso el brindar apoyo y bienestar a cualquier ser humano, teniendo como principio fundamental el velar por la seguridad y salud de la población.

Como alumno de la carrera profesional de Ingeniería Civil, este Proyecto de Investigación se desarrolló con la completa honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado tesis de otros autores, respetando sus aportes y citándolos, a la vez todos los manuales e instrumentos que se usaron y sus resoluciones principales, ya que la ejecución de este proyecto se pudo realizar por medio de fuentes confiables.

---

<sup>50</sup> (ARIAS, 2004 pág. 99)

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

#### Nombre de tesis

“Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019”

#### Acceso a la zona de trabajo:

El ingreso a la zona de estudio es por la Av. San Genaro y la Av. México con Av. Metropolitana, a dos cuadras de la Panamericana Norte.

#### Ubicación Política

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Provincia de Lima, en el distrito de los Olivos. Limita al norte con el distrito de Puente Piedra, al este con el distrito de Comas e Independencia y al sur y oeste con el distrito de San Martín de Porres.



**Figura 8** Mapa de los Distritos de Lima

**Figura 110** Mapa Político del Perú

## Ubicación Geográfica

Geográficamente la zona de estudio se encuentra localizada entre las coordenadas UTM 11°57'20.85" S, 77°03'52.11" O, presentando una altitud de 81 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 111** Ubicación del distrito

La zona de estudio se encuentra ubicada exactamente en el cruce de la Av. Unger con la Av. México, a una cuadra de la Av. Metropolitana y a dos cuadras de la Universidad Cesar Vallejo, como se puede observar en la imagen obtenida del Google Earth.



**Figura 112** Ubicación de la Zona vista satelital

## Clima

Los Olivos tiene la mayoría de los meses una estación seca corta. La temperatura promedio en los Olivos es de 26°C. Las temperaturas más altas en promedio son en el mes de abril con temperaturas entre 27°C.

## Localidad para compra de materiales

Los materiales a obtener serán adquiridos en el distrito de Comas, por ubicarse más cerca de la zona de estudio nos será más conveniente y más factible, ya que con respecto a precios y transporte de los materiales de construcción a emplearse y los agregados obtendremos una oferta económica mucho mejor.

## Trabajos de laboratorio

Para estos trabajos se emplearon dos tesis, de donde obtendremos los datos y resultados para realizar las comparaciones necesarias, las tesis usadas se nombran a continuación.

### Tesis N°1

“Incorporación de fibras de polipropileno (SikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el Departamento de Lima”. Valera Edwin, 2017. Universidad Cesar Vallejo.

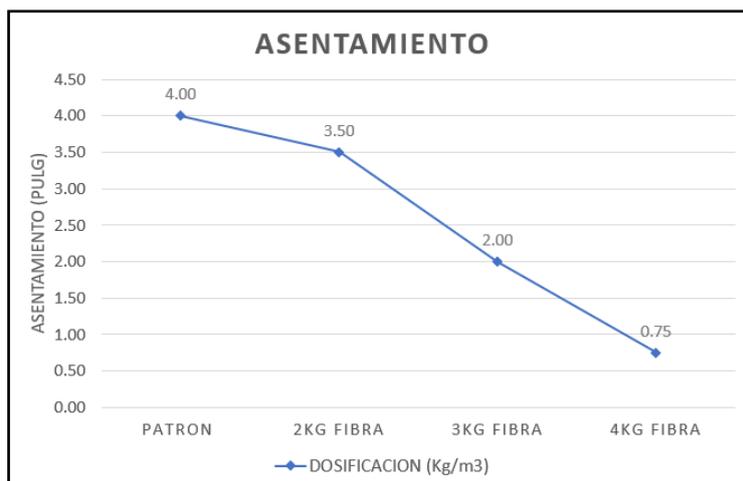
## Ensayo de Asentamiento o Slump

Este ensayo es la técnica más empleada para evaluar la consistencia del concreto, para este ensayo se empleó la NTP 339.035

**Tabla 1** Resultados de Asentamientos con fibra SikaFiber Force PP48.

SLUMP F'c 280	SikaFiber Force PP48	
	DOSIS (Kg/m3)	ASENTAMIENTO (Pulg)
PATRÓN	0.00	4.00
2Kg FIBRA	2.00	3.50
3Kg FIBRA	3.00	2.00
4Kg FIBRA	4.00	0.75

Fuente: Edwin Valera 2017.



**Gráfico 1** Asentamiento del concreto con dosificación de fibra SikaFiber Force pp48.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N°1 podemos observar los asentamientos del concreto (slump) con las distintas dosificaciones de fibra, donde obtenemos los siguientes resultados:

- El concreto patrón que es de 28 MPa tiene un asentamiento de 4”.
- El concreto con dosificación de 2, 3 y 4 Kg/m<sup>3</sup> presenta un asentamiento de 3 ½”, 2” y ¾” respectivamente.
- El valor porcentual de las dosificaciones de 2, 3 y 4Kg/m<sup>3</sup> es de 0.08, 0.13 y 0.17% respectivamente. A la vez el grafico 1 nos muestra los resultados del asentamiento por cada dosis de fibra de polipropileno.

### Ensayos de resistencia a compresión

Este ensayo tiene como principal objetivo medir la resistencia a compresión del concreto, ya sea sin fibra y con fibra, para este ensayo se empleó la NTP 339.034.

**Tabla 2** Resultados de incremento de la resistencia a la compresión con fibra SikaFiber Force PP48.

CONCRETO F'c 280	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	7 DÍAS	28 DÍAS
PATRÓN	251.75	281.77
2Kg FIBRA	275.00	286.70
3Kg FIBRA	270.00	290.40
4Kg FIBRA	270.00	286.00

Fuente: Edwin Valera 2017.



**Gráfico 2** Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.

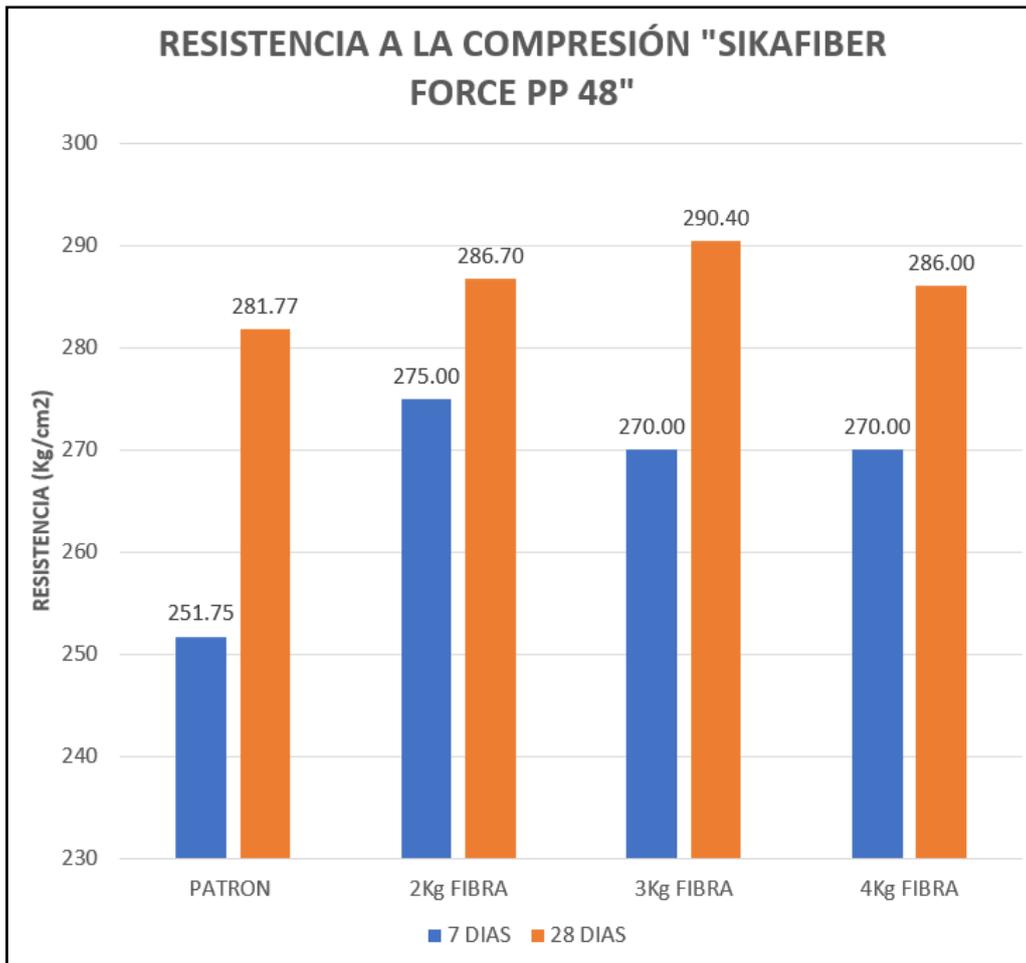
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 3** Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos 2 y 3 se pueden apreciar los resultados obtenidos con las dosificaciones de fibra de polipropileno SikaFiber Force pp48 de 2, 3 y 4 Kg/m<sup>3</sup> en las edades de 7 y 28 días.



**Gráfico 4** Comparación de la Resistencia a la compresión con fibra Sikafiber Force PP 48 a la edad de 7 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 4 nos muestra los valores comparativos de los ensayos de resistencia a la compresión en las edades de 7 y 28 días con la dosificación de fibra SikaFiber Force PP48 de 2, 3 y 4Kg/m<sup>3</sup> con respecto al volumen del concreto, donde se puede apreciar que a los 7 días sufre un incremento en valor porcentual de 9.2, 7.3 y 7.3% respectivamente, esto en relación a la resistencia del concreto a los 7 días de ensayado. A la vez se puede apreciar que a los 28 días sufre un incremento en valor porcentual de 1.7, 3.1 y 1.5% respectivamente, esto en relación a la resistencia del concreto a los 28 días de ensayado. Esto quiere decir que conforme se incrementaba la incorporación de fibras, la resistencia a compresión aumentaba ligeramente.

## Ensayos de resistencia a flexión

Este ensayo también es conocido como el Módulo de rotura, se evalúa un espécimen de concreto en forma de viga de 15x15x50cm, para este ensayo se empleó la norma NTP 339.078.

**Tabla 3** Resultados del Módulo de rotura con fibra Sikafiber Force PP 48.

CONCRETO F'c 280	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	28 DÍAS
PATRÓN	70.85
2Kg FIBRA	68.24
3Kg FIBRA	75.83
4Kg FIBRA	82.54

Fuente: Edwin Valera 2017.



**Gráfico 5** Resistencia a la flexión a la edad de 28 días con fibra Sikafiber Force PP 48.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 5 nos muestra los valores del ensayo a flexión del concreto en la edad de 28 días con la dosificación de 2, 3 y 4Kg/m<sup>3</sup> con respecto al volumen del concreto. Con la incorporación de la fibra de polipropileno Sikafiber Force PP48 se puede apreciar que a los 28 días hay leve un incremento del 17% del módulo de rotura cuando se realiza con una dosis de fibra de 4Kg/m<sup>3</sup>.

## Tesis N°2

“Efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico mecánico de un concreto convencional para pavimentos rígidos utilizando cemento Qhuna, Trujillo – La Libertad 2018”. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019. Universidad Privada del Norte.

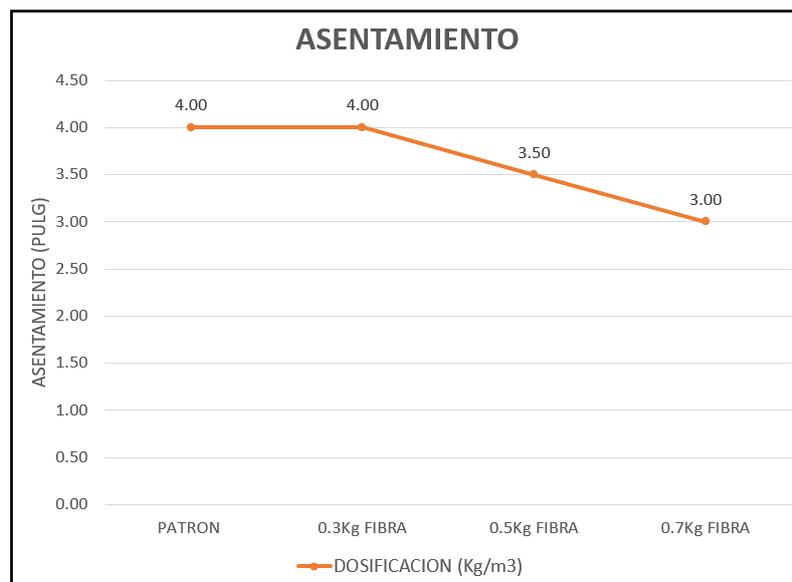
### Ensayo de Asentamiento o Slump

Esta tesis nos muestra dos tipos de fibras de polipropileno aplicadas para las pruebas de asentamiento, para este ensayo se empleó la NTP 339.035 y ASTM C143.

**Tabla 4** Resultados de Asentamientos con fibra Sikafiber PE.

SLUMP	SikaFiber PE	
	DOSIS (Kg/m3)	ASENTAMIENTO (Pulg)
PATRÓN	0.00	4.00
0.3Kg FIBRA	0.30	4.00
0.5Kg FIBRA	0.50	3.50
0.7Kg FIBRA	0.70	3.00

Fuente: Jose Silupu y Frank Saldaña 2018.



**Gráfico 6** Asentamiento del concreto con dosificación de fibra SikaFiber PE.

Fuente: Elaboración propia.

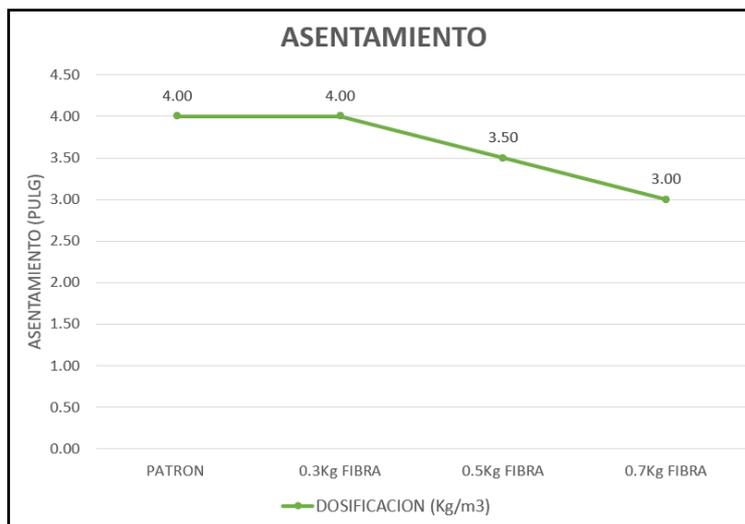
En la Tabla N°4 podemos observar los asentamientos del concreto (slump) con las distintas dosificaciones de fibra SikaFiber PE, donde obtenemos los siguientes resultados:

- El concreto patrón que es de F'c 280 tiene un asentamiento de 4”.
- El concreto con dosificación de 0.3, 0.5 y 0.7 Kg/m3 presenta un asentamiento de 4”, 3 ½”, 3” respectivamente.
- El valor porcentual de las dosificaciones de 0.3, 0.5 y 0.7Kg/m3 es de 0.01, 0.02 y 0.03% respectivamente. A la vez el grafico 6 nos muestra los resultados del asentamiento por cada dosis de fibra de polipropileno.

**Tabla 5** Resultados de Asentamientos con fibra Z Aditivos.

SLUMP	Fibra de polipropileno Z Aditivos	
	DOSIS (Kg/m3)	ASENTAMIENTO (Pulg)
PATRÓN	0.00	4.00
0.3Kg FIBRA	0.30	4.00
0.5Kg FIBRA	0.50	3.50
0.7Kg FIBRA	0.70	3.00

Fuente: Jose Silupu y Frank Saldaña 2018.



**Gráfico 7** Asentamiento del concreto con dosificación de fibra Z Aditivos.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N°5 podemos observar los asentamientos del concreto (slump) con las distintas dosificaciones de fibra Z Aditivos, donde obtenemos los siguientes resultados:

- El concreto patrón que es de F'c 280 tiene un asentamiento de 4".
- El concreto con dosificación de 0.3, 0.5 y 0.7 Kg/m<sup>3</sup> presenta un asentamiento de 4", 3 ½", 3" respectivamente.
- El valor porcentual de las dosificaciones de 0.3, 0.5 y 0.7Kg/m<sup>3</sup> es de 0.01, 0.02 y 0.03% respectivamente. A la vez el grafico 7 nos muestra los resultados del asentamiento por cada dosis de fibra de polipropileno.

### Ensayos de resistencia a compresión

Esta tesis nos muestra dos tipos de fibras de polipropileno aplicadas para medir la resistencia a compresión del concreto, para este ensayo se empleó la NTP 339.034 y ASTM C39.

**Tabla 6** Resultados de incremento de la resistencia a la compresión con fibra de polipropileno SikaFiber PE.

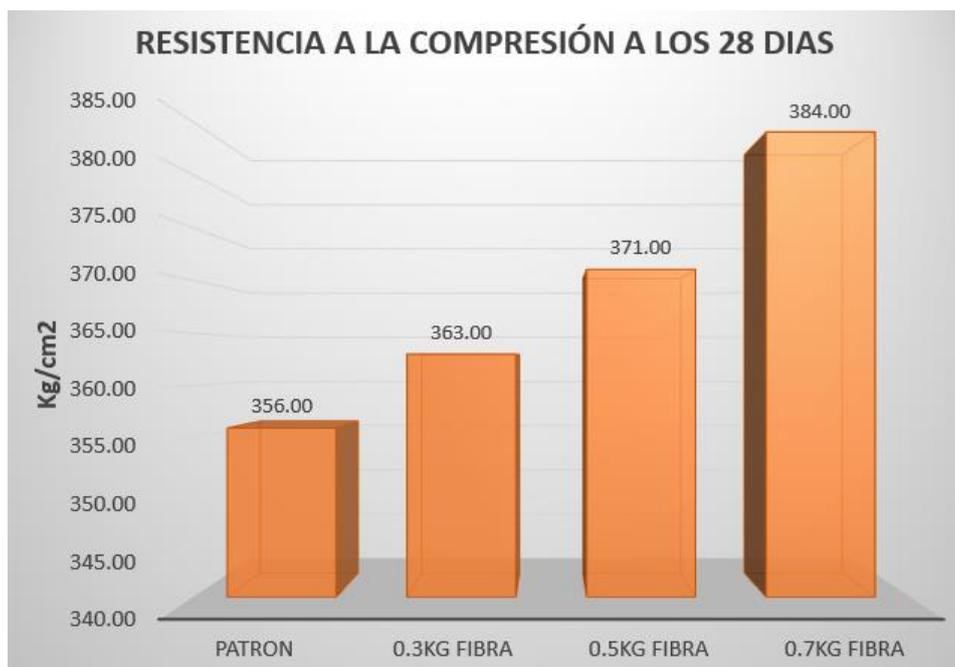
CONCRETO F'c 280	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	7 DÍAS	28 DÍAS
PATRÓN	237.00	356.00
0.3Kg FIBRA	268.00	363.00
0.5Kg FIBRA	278.00	371.00
0.7Kg FIBRA	287.00	384.00

Fuente: Jose Silupu y Frank Saldaña 2018.



**Gráfico 8** Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.

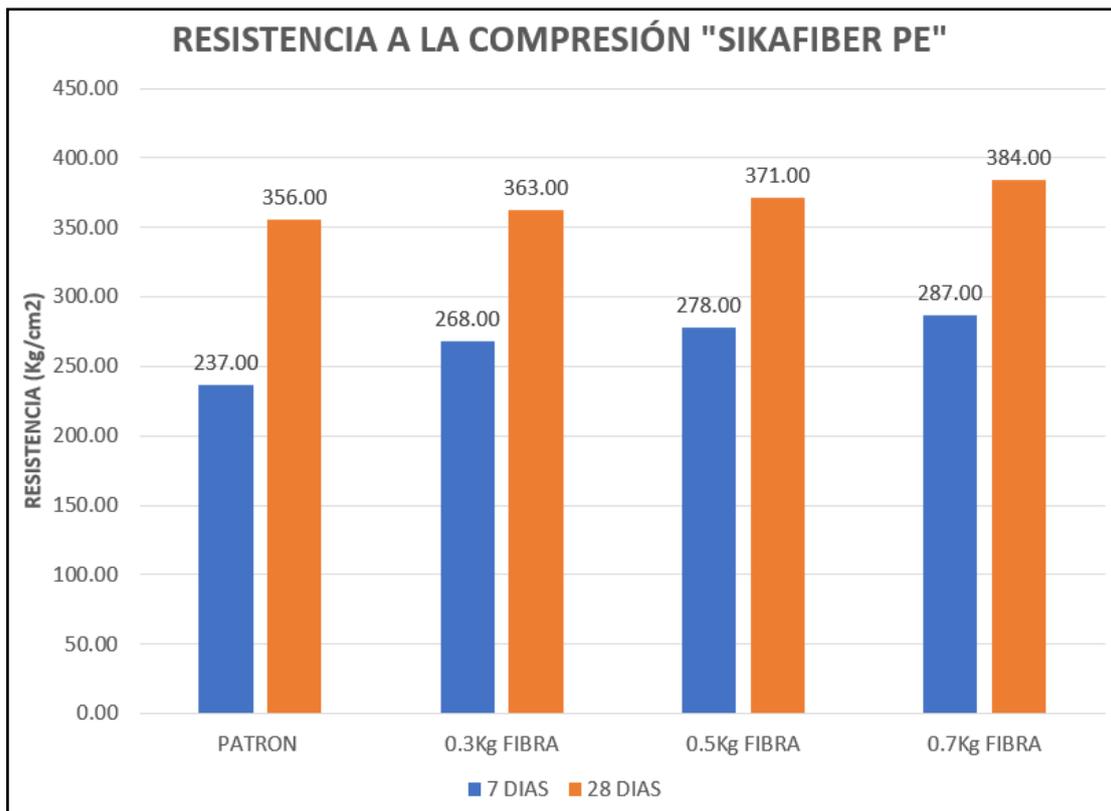
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 9** Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos 8 y 9 se pueden apreciar los resultados obtenidos con las dosificaciones de fibra de polipropileno SikaFiber PE de 0.3, 0.5 y 0.7 Kg/m<sup>3</sup> en las edades de 7 y 28 días.



**Gráfico 10** Comparación de la Resistencia a la compresión con fibra de polipropileno Sikafiber PE a la edad de 7 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 10 nos muestra los valores comparativos de los ensayos de resistencia a la compresión en las edades de 7 y 28 días con la dosificación de fibra SikaFiber PE de 0.3, 0.5 y 0.7Kg/m<sup>3</sup> con respecto al volumen del concreto, donde se puede apreciar que a los 7 días sufre un incremento en valor porcentual de 13.1, 17.3 y 21.1% respectivamente, esto en relación a la resistencia del concreto a los 7 días de ensayado. A la vez se puede apreciar que a los 28 días sufre un incremento en valor porcentual de 2, 4.2 y 8% respectivamente, esto en relación a la resistencia del concreto a los 28 días de ensayado. Esto quiere decir que conforme se incrementaba la incorporación de fibras, la resistencia a compresión aumentaba ligeramente.

**Tabla 7** Resultados de incremento de la resistencia a la compresión con fibra de polipropileno Z Aditivos.

CONCRETO F'c 280	RESISTENCIA (Kg/cm2)	
	7 DÍAS	28 DÍAS
PATRÓN	237.00	356.00
0.3Kg FIBRA	262.00	357.00
0.5Kg FIBRA	266.00	382.00
0.7Kg FIBRA	273.00	385.00

Fuente: Jose Silupu y Frank Saldaña 2018.



**Gráfico 11** Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.

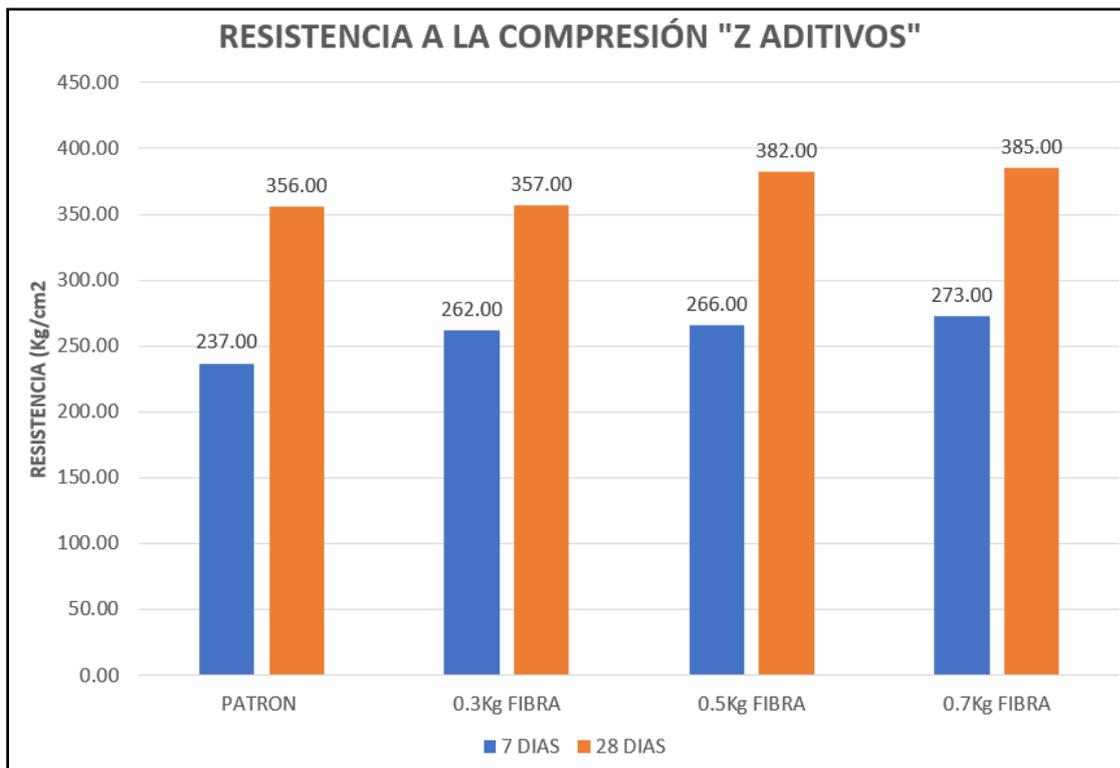
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 12** Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos 11 y 12 se pueden apreciar los resultados obtenidos con las dosificaciones de fibra de polipropileno Z Aditivos de 0.3, 0.5 y 0.7 Kg/m<sup>3</sup> en las edades de 7 y 28 días.



**Gráfico 13** Comparación de la Resistencia a la compresión con fibra de polipropileno Z Aditivos a la edad de 7 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 13 nos muestra los valores comparativos de los ensayos de resistencia a la compresión en las edades de 7 y 28 días con la dosificación de fibra Z Aditivos de 0.3, 0.5 y 0.7Kg/m<sup>3</sup> con respecto al volumen del concreto, donde se puede apreciar que a los 7 días sufre un incremento en valor porcentual de 10.5, 12.2 y 15.2% respectivamente, esto en relación a la resistencia del concreto a los 7 días de ensayado. A la vez se puede apreciar que a los 28 días sufre un incremento en valor porcentual de 0.3, 7.3 y 8.1% respectivamente, esto en relación a la resistencia del concreto a los 28 días de ensayado. Esto quiere decir que conforme se incrementaba la incorporación de fibras, la resistencia a compresión aumentaba ligeramente.

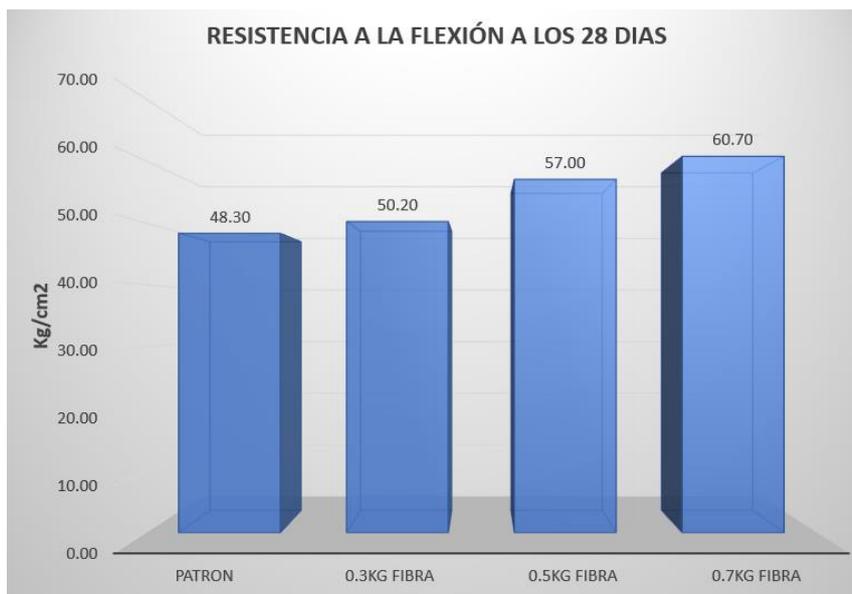
## Ensayos de resistencia a flexión

Esta tesis nos muestra dos tipos de fibras de polipropileno aplicadas para realizar el ensayo de Módulo de rotura, para este ensayo se empleó la norma NTP 339.079 y ASTM C42.

**Tabla 8** Resultados del Módulo de rotura con fibra de polipropileno SikaFiber PE.

CONCRETO F'c 280	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	28 DÍAS
PATRÓN	48.30
0.3Kg FIBRA	50.20
0.5Kg FIBRA	57.00
0.7Kg FIBRA	60.70

Fuente: Jose Silupu y Frank Saldaña 2018.



**Gráfico 14** Resistencia a la flexión a la edad de 28 días con fibra SikaFiber PE.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 14 nos muestra los valores del ensayo a flexión del concreto en la edad de 28 días con la dosificación de 0.3, 0.5 y 0.7Kg/m<sup>3</sup> con respecto al volumen del concreto. Con la incorporación de la fibra de polipropileno SikaFiber PE se puede apreciar que a los 28 días hay un incremento del 26% del módulo de rotura cuando se realiza con una dosis de fibra de 0.7Kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 9** Resultados del Módulo de rotura con fibra de polipropileno Z Aditivos.

CONCRETO F'c 280	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	28 DÍAS
PATRÓN	48.30
0.3Kg FIBRA	50.10
0.5Kg FIBRA	52.90
0.7Kg FIBRA	57.80

Fuente: Jose Silupu y Frank Saldaña 2018.



**Gráfico 15** Resistencia a la flexión a la edad de 28 días con fibra Z Aditivos.

Fuente: Elaboración propia.

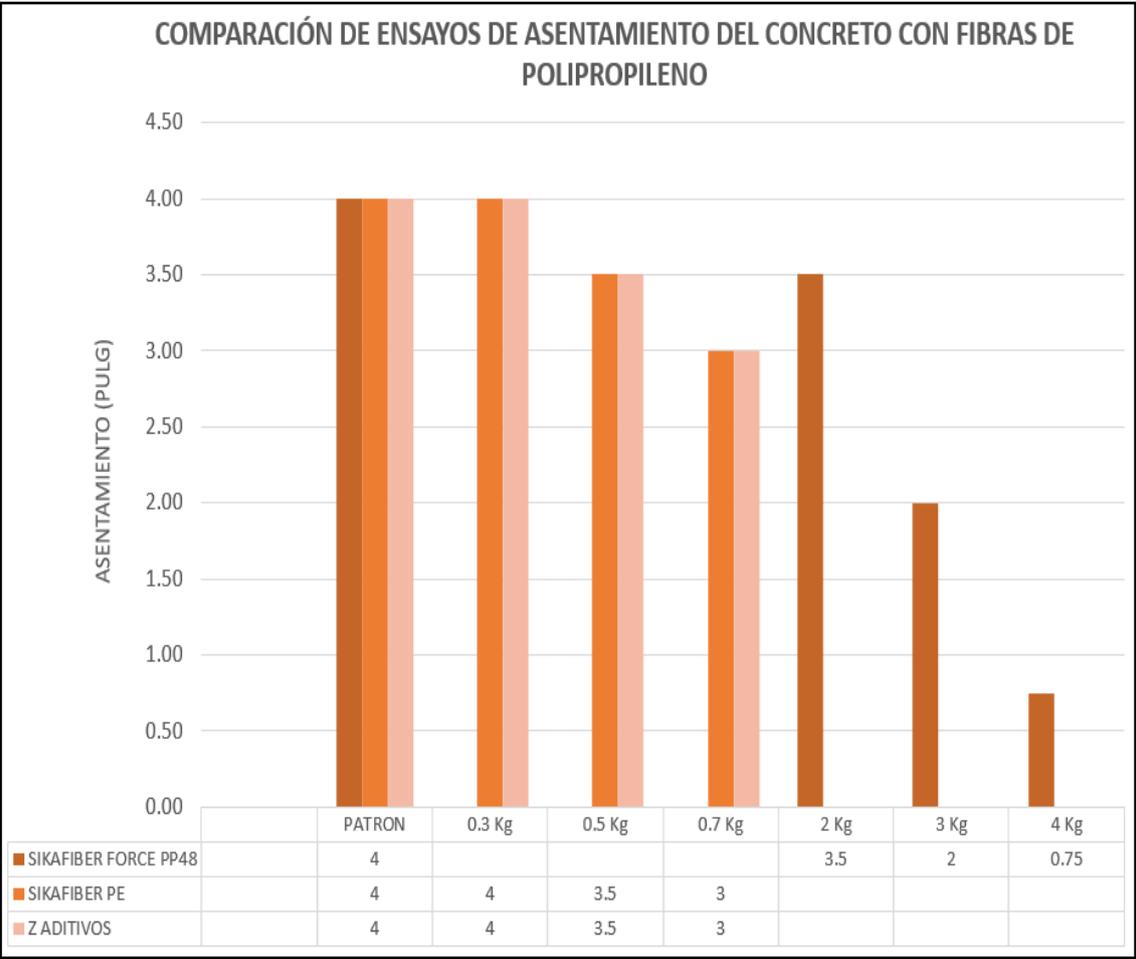
El gráfico 15 nos muestra los valores del ensayo a flexión del concreto en la edad de 28 días con la dosificación de 0.3, 0.5 y 0.7Kg/m<sup>3</sup> con respecto al volumen del concreto. Con la incorporación de la fibra de polipropileno Z Aditivos se puede apreciar que a los 28 días hay un incremento del 20% del módulo de rotura cuando se realiza con una dosis de fibra de 0.7Kg/m<sup>3</sup>.

**Comparación de Resultados Tesis 1 vs Tesis 2**

Tenemos dos tesis evaluadas; la tesis número 1 tiene el estudio de la influencia de la fibra SikaFiber Force PP 48 en las propiedades del concreto y la tesis número 2 tiene el estudio de la influencia de la fibra SikaFiber Pe y la fibra Z Aditivos en las propiedades del concreto.

**Asentamiento o Slump**

Con respecto al ensayo del concreto en estado fresco (Asentamiento o slump), obtenemos el siguiente gráfico comparativo con las diferentes dosificaciones y tipos de fibras de polipropileno.



**Gráfico 16** Comparación de Ensayos de Asentamientos

Fuente: Elaboración propia.

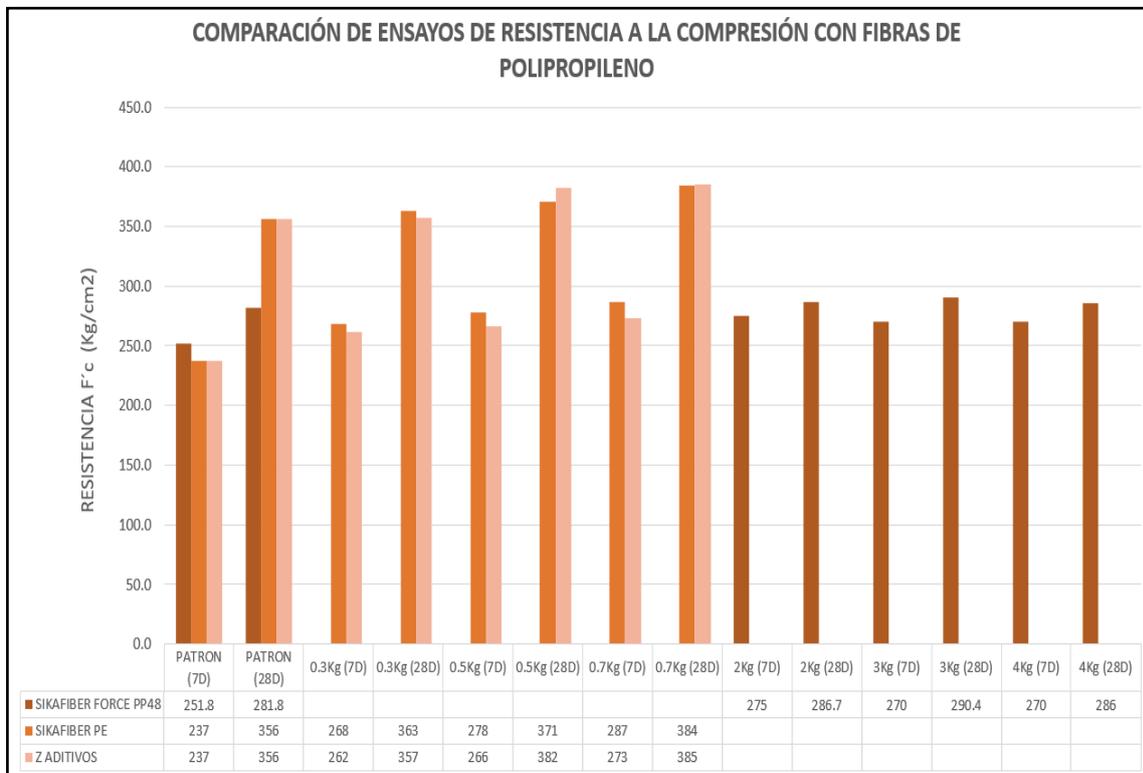
Este ensayo de asentamiento es realizado bajo la norma NTP 339.035. Donde se somete a un primer ensayo al concreto patrón (concreto sin fibras) que presenta un asentamiento promedio de 4"; a la vez, se realizaron ensayos de asentamiento con distinto tipo de fibra y distinta dosificación (para SikaFiber Force PP48 se empleó 2, 3 y 4kg/m<sup>3</sup> y para SikaFiber PE y Z aditivos se empleó 0.3, 0.5 y 0.7kg/m<sup>3</sup>). Se realizó un primer ensayo con la fibra SikaFiber Force PP48 incorporando 2kg/m<sup>3</sup> que presento un asentamiento promedio de 3 ½"; después se realizó un segundo ensayo donde se incorporó 3kg/m<sup>3</sup> que presento un asentamiento de 2"; finalmente se realizó un ensayo donde se incorporó 4kg/m<sup>3</sup> que presento un asentamiento de ¾". Como se puede observar donde se aplica la fibra SikaFiber Force PP48 con distintas dosificaciones ocurre una ligera disminución de su asentamiento, siendo esta menos trabajable.

Por segunda parte, se realizaron ensayos con las fibras SikaFiber PE y Z aditivos incorporando en el primer ensayo 0.3kg/m<sup>3</sup> que presento un asentamiento promedio de 4" para ambos tipos de fibras; después se realizó un segundo ensayo donde se incorporó 0.5kg/m<sup>3</sup> presentando un asentamiento promedio de 3 ½" para ambos tipos de fibras; finalmente se realizó un ensayo incorporando 0.7kg/m<sup>3</sup> presentando un asentamiento promedio de 3" para ambos tipos de fibras. Conforme a ello se entiende que se produjo una reducción en el asentamiento del concreto a medida que se incrementa la dosificación de las fibras de polipropileno, esta reducción del asentamiento surge por la unión que suelen generar las fibras en la mezcla del concreto.

Se puede observar también que empleando la fibra SikaFiber Force PP48 con 2kg/m<sup>3</sup> de dosificación y las fibras SikaFiber PE y Z aditivos con 0.5kg/m<sup>3</sup> de dosificación, se puede obtener el mismo asentamiento del concreto (3.5"), todo esto con respecto al concreto patrón de cada muestra empleada.

## Resistencia a la compresión

Obtenemos el siguiente gráfico comparativo con las diferentes dosificaciones y tipos de fibras de polipropileno para medir la resistencia a compresión del concreto.



**Gráfico 17** Comparación de Ensayos de Resistencia a Compresión

Fuente: Elaboración propia.

Mediante este ensayo se determinó que conforme se incrementaba la dosificación de fibras de polipropileno la resistencia a compresión aumentaba levemente. Estos ensayos fueron evaluados a dos edades (7 y 28 días) con las fibras SikaFiber Force PP48, SikaFiber PE y fibra Z Aditivos. Donde obtenemos que incorporando la fibra **SikaFiber Force PP48** en dosificación de 2kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 275kg/cm<sup>2</sup> a 7 días de ensayado y 286.7kg/m<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado, superando levemente al concreto patrón de 251.8kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 281.8kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con la adición de 3kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 270kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 290.4kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con la adición de 4kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 270kg/cm<sup>2</sup> y 286kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 28 días de ensayado respectivamente. Conforme a ello, la resistencia a la compresión del concreto se fue incrementando levemente a los 7 y 28 días de curado donde se observó un incremento en la resistencia del 9.2 y 1.7%, 7.3 y 3.1%, 7.3 y 1.5% respectivamente, esto con respecto a las dosificaciones de 2, 3 y 4kg/m<sup>3</sup>.

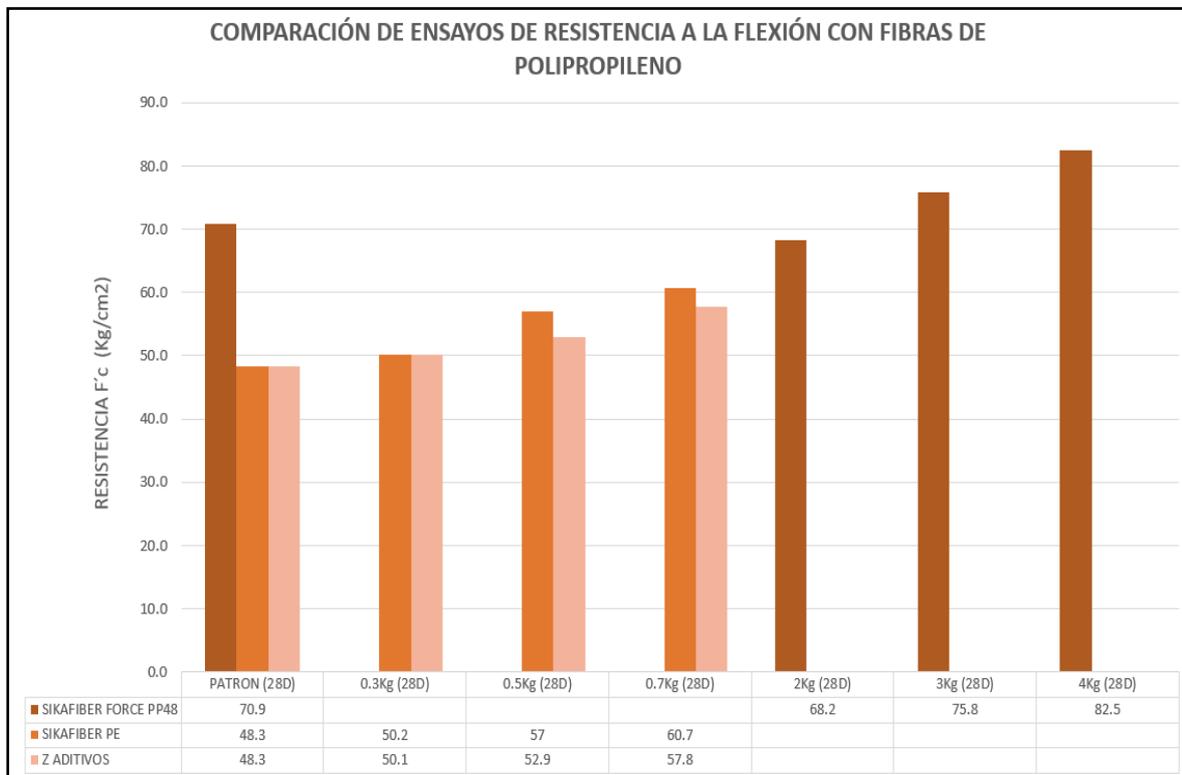
Con la incorporación de la fibra **SikaFiber PE** en dosificación de 0.3kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 268kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de ensayado y 363kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado, superando levemente al concreto patrón de 237kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 356kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con la adición de 0.5kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 278kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 371kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 287kg/cm<sup>2</sup> y 384kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 28 días de ensayado respectivamente. Conforme a ello, la resistencia a la compresión del concreto se fue incrementando levemente a los 7 y 28 días de curado donde se observó un incremento en la resistencia del 13.1 y 2%, 17.3 y 4.2%, 21.1 y 8% respectivamente, esto con respecto a las dosificaciones de 0.3, 0.5 y 0.7kg/m<sup>3</sup>.

Con la incorporación de la fibra **Z Aditivos** en dosificación de 0.3kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 262kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de ensayado y 357kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado, superando levemente al concreto patrón de 237kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 356kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con la adición de 0.5kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 266kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 382kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 273kg/cm<sup>2</sup> y 385kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 28 días de ensayado respectivamente. Conforme a ello, la resistencia a la compresión del concreto se fue incrementando levemente a los 7 y 28 días de curado donde se observó un incremento en la resistencia del 10.5 y 0.3%, 12.2 y 7.3%, 15.2 y 8.1% respectivamente, esto con respecto a las dosificaciones de 0.3, 0.5 y 0.7kg/m<sup>3</sup>.

Se puede observar que empleando las fibras SikaFiber Force PP48, SikaFiber PE y Z aditivos el concreto obtiene su máxima resistencia a compresión cuando se le adiciona mayor cantidad de fibra a la mezcla y se la evalúa a los 28 días. Lo cual puede demostrar que, a más aplicación de fibra, mayor será la resistencia con respecto al concreto patrón de cada muestra empleada.

## Resistencia a la flexión

Obtenemos el siguiente gráfico comparativo con las diferentes dosificaciones y tipos de fibras de polipropileno para medir la resistencia a flexión del concreto.



**Gráfico 18** Comparación de Ensayos de Resistencia a Flexión

Fuente: Elaboración propia.

Mediante este ensayo obtenemos los datos de la resistencia a la flexión de las vigas de concreto, donde podemos apreciar que conforme se aumentaba la dosificación de fibras de polipropileno, la resistencia a la flexión aumentaba levemente. Este gráfico comparativo se realizó con tres tipos de fibras y diferentes dosificaciones. Donde la incorporación de la fibra **SikaFiber Force PP 48** se realizó con 2kg/m<sup>3</sup> el cual obtuvo 68.2kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado, disminuyendo ligeramente al concreto patrón de 70.9kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado. Con la adición de 3kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 75.8kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y con la adición de 4kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 82.5kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado respectivamente. Con ello se observó una leve disminución del 3.7% con la adición de 2kg/m<sup>3</sup>, pero a la vez un incremento de la resistencia a la flexión de 7% y 17% con la adición de 3 y 4 kg/m<sup>3</sup> a los 28 días de ensayado respectivamente.

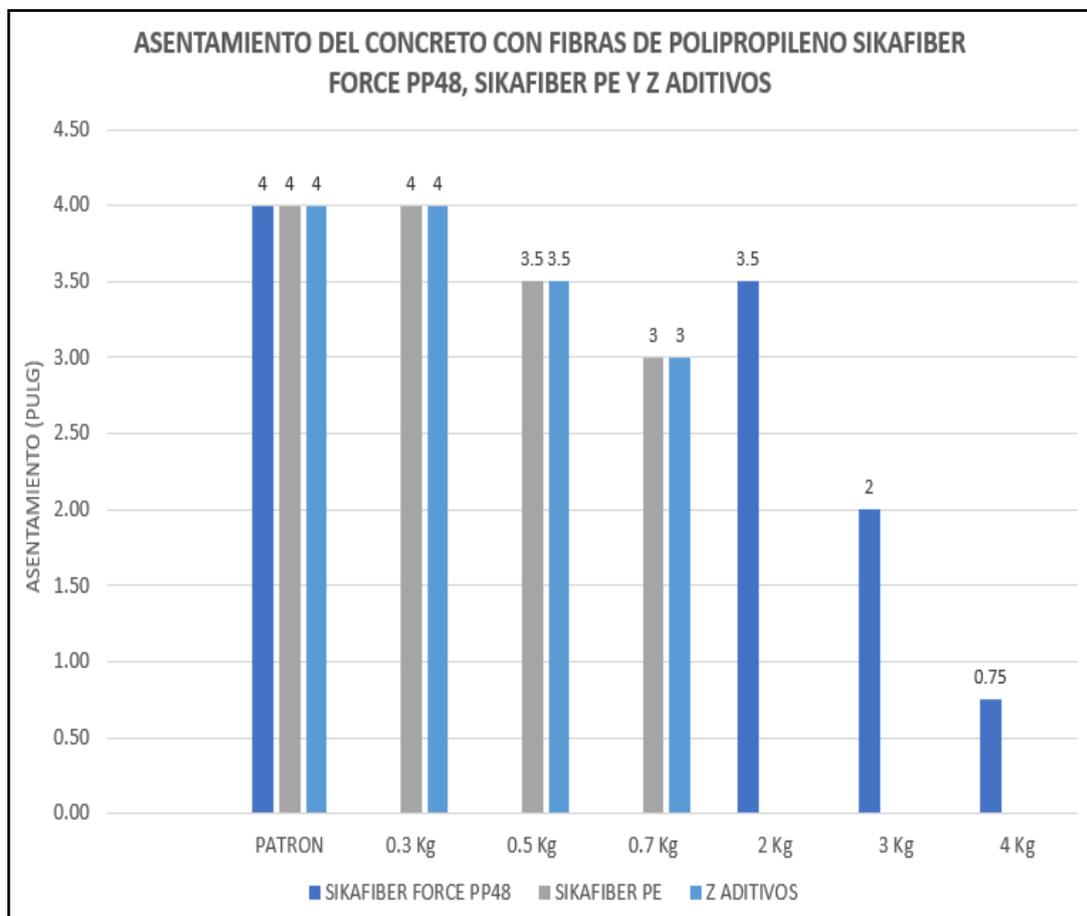
Con la incorporación de la fibra **SikaFiber PE** en 0.3kg/m<sup>3</sup> el cual obtuvo 50.2kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado, superando levemente al concreto patrón de 48.3kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado. Con la adición de 0.5kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 57kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 60.7kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado. Con esto se observa un incremento de la resistencia a la flexión de 4%, 18% y 26%, con la adición de fibra del 0.3, 0.5 y 0.7kg/m<sup>3</sup> a los 28 días de ensayado respectivamente.

Finalmente se realizó la adición con la fibra **Z Aditivos** con 0.3kg/m<sup>3</sup> donde se obtuvo 50.1kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado, superando levemente al concreto patrón de 48.3kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado. Con la adición de 0.5kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 52.9kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> se obtuvo 57.8kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado. Con esto se observa un incremento de la resistencia a la flexión de 3.7%, 10% y 20%, con la adición de fibra del 0.3, 0.5 y 0.7kg/m<sup>3</sup> a los 28 días de ensayado con respecto al concreto patrón.

Se puede observar que empleando las fibras SikaFiber Force PP48, SikaFiber PE y Z aditivos el concreto obtiene su máxima resistencia a la flexión con 4 kg/m<sup>3</sup> y 0.7kg/m<sup>3</sup> con respecto al volumen del concreto de cada muestra empleada. Lo cual puede demostrar que, a más aplicación de fibra, mayor será la resistencia a la flexión.

## V. DISCUSIÓN

Con respecto a los resultados del **asentamiento**, según la tesis de Flores (2018); podemos decir que después de realizar los ensayos de asentamiento del concreto (Slump) se observa una ligera disminución, cambiando de 5cm a 2cm, esto en consecuencia de la incorporación de fibras a la mezcla. Siendo este el caso, el autor realizó la comparación con la dosificación mayor, la cual fue del 2% de fibras con respecto al volumen del concreto. En base a ello determina que la consistencia obtenida cumple con el rango de asentamiento establecido para concreto a usar en pavimentos rígidos que muestra el manual del comité ACI 211,2-98.



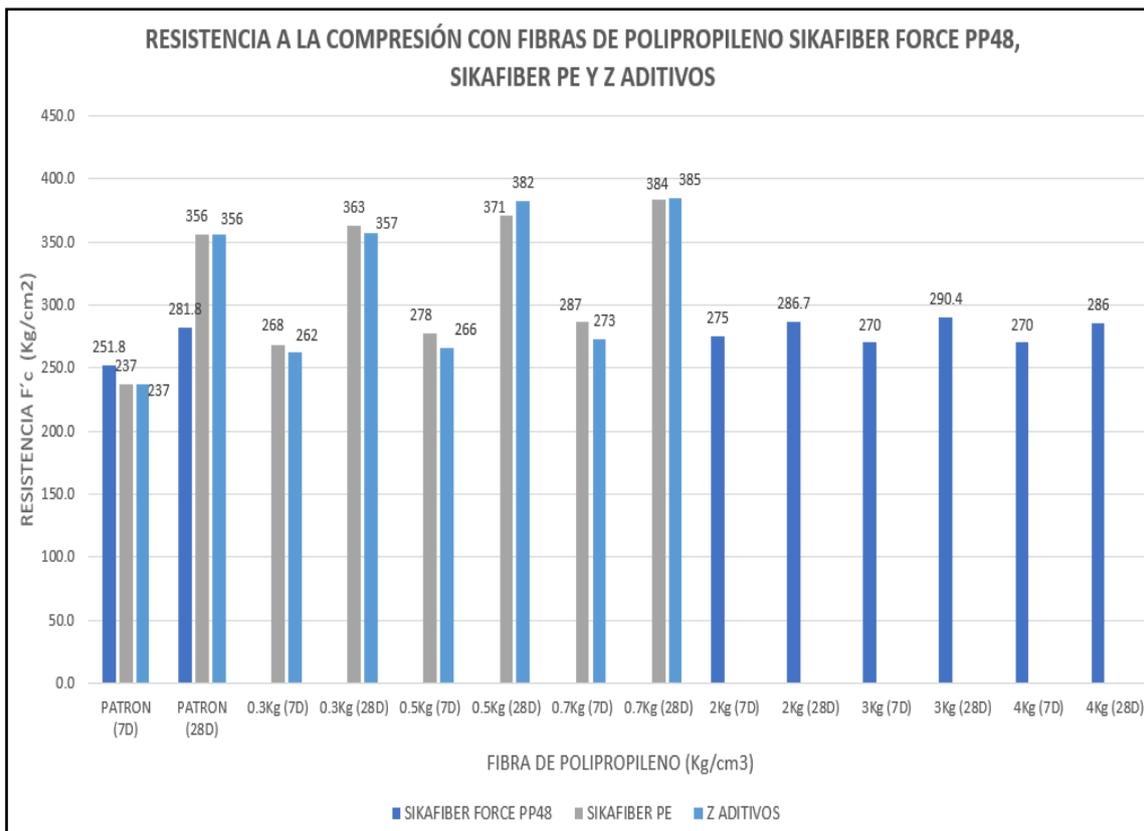
**Gráfico 19** Asentamientos del concreto con tres tipos de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia.

Con las teorías y resultados obtenidos se observó que las fibras utilizadas en el diseño de mezcla del concreto reducen ligeramente su asentamiento. En donde tenemos que aplicando 2kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber Force PP48 tenemos un asentamiento promedio de 3 ½", aplicando 3kg/m<sup>3</sup> y 4kg/m<sup>3</sup> tenemos un asentamiento promedio de 2" y ¾" respectivamente. Aplicando las fibras SikaFiber PE y la fibra Z Aditivos tenemos que con dosificación de 0.3kg/m<sup>3</sup> se obtiene un asentamiento promedio de 4", con dosificación de 0.5kg/m<sup>3</sup> se obtiene un asentamiento promedio de 3 ½" y con dosificación de 0.7kg/m<sup>3</sup> se obtiene un asentamiento promedio de 3", todo ello con respecto al concreto patrón.

Tomando en cuenta lo obtenido por Flores y nuestros resultados, confirmamos que esta reducción se debe a que a mayor dosificación de fibras menor será el asentamiento y esto se origina por la mezcla que suele tener las fibras con el concreto, que posteriormente causa una pérdida en su trabajabilidad al momento de emplearse.

Con respecto a los resultados de los ensayos de **resistencia a compresión**, según la tesis de Chahua y Huayta (2018); nos muestra que la resistencia a compresión con dosificación de 3kg/m<sup>3</sup> obtenida a los 3 y 14 días de ensayo tuvieron una variación de 36.15% y 4.36% respectivamente, esto con relación al concreto patrón. Y con dosificación de 4kg/m<sup>3</sup> obtenida a los 3 y 14 días de ensayo tuvieron una variación de 105.35% y 9.98% respectivamente, esto con relación al concreto patrón. En los ensayos de compresión realizados en las probetas sin fibra estructural y con fibra estructural, se notó que la fibra ayuda a mantener el concreto unido sin que ocurran desprendimientos o se destruya por completo la probeta.



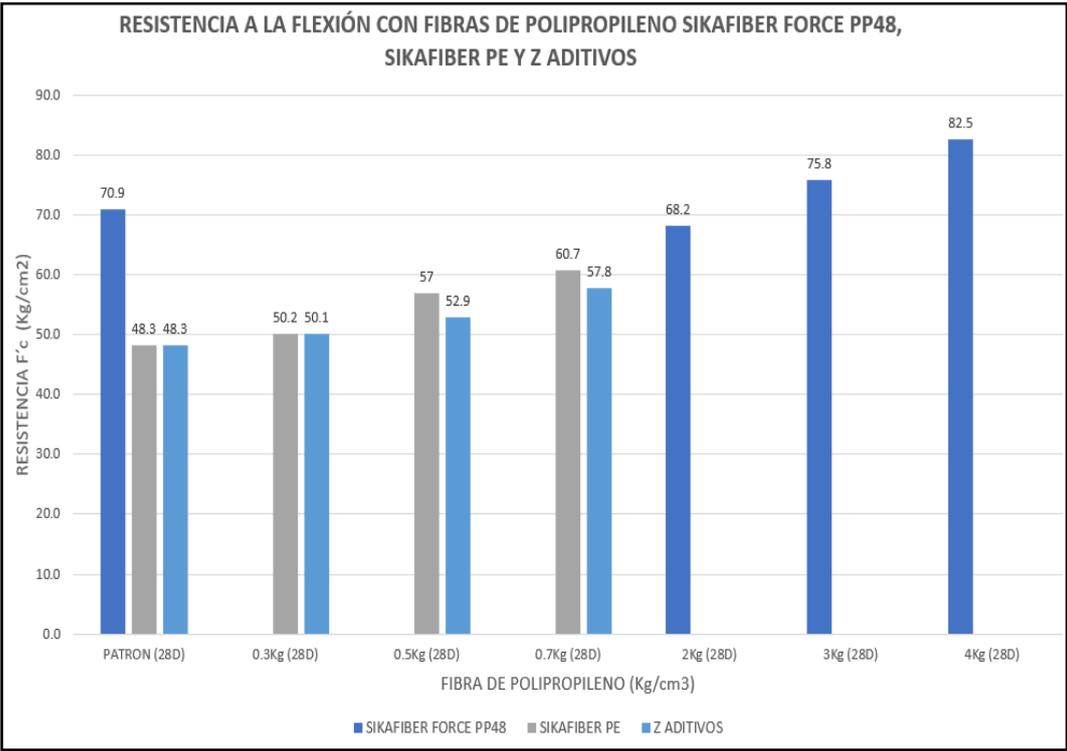
**Gráfico 20** Resistencia a la compresión del concreto con tres tipos de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, con la teoría y los resultados expuestos podemos decir que el concreto alcanzo su máxima resistencia a la compresión con la adición de 3kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber Force PP48 obteniendo un aumento de 7.3% a los 7 días y 3.1% a los 28 días, con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber PE obtuvo 21.1% a los 7 días y 8% a los 28 días y con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra Z Aditivos se obtuvo 15.2% a los 7 días y 8.1% a los 28 días de curado respectivamente.

Chahua y Huayta nos menciona que la fibra ayuda a mantener el concreto unido sin que se desprenda. Podemos afirmar ello, este incremento en su propiedad mecánica a la edad de 7 y 28 días se manifiesta a partir de la mezcla que genera las fibras de polipropileno en el concreto aminorando de una manera considerable las fisuras que suelen aparecer y a la vez proporcionando una mejor resistencia.

Con respecto a los resultados de los ensayos de **resistencia a flexión**, según la tesis de Chahua y Huayta (2018); nos muestra que, en los ensayos a flexión, observa según los datos obtenidos que la fibra sintética estructural Barchip MQ58, cumple con los requisitos de diseño establecidos, por lo cual puede sustituir al acero en el diseño de un pavimento rígido, cumpliendo con el diseño establecido, ya que, al adicionar las fibras, se genera mayor tenacidad, comparando el pavimento con fibra sintética versus acero.



**Gráfico 21** Resistencia a la Flexión del concreto con tres tipos de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia.

En base a ello y los resultados obtenidos, podemos decir que el concreto alcanza su máxima resistencia a la flexión con la adición de 4kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber Force PP48 obteniendo un incremento de 17% a los 28 días de ensayo con respecto al concreto patrón. Con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber PE incrementó un 26% a los 28 días y con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra Z Aditivos se incrementó un 20% a los 28 días de ensayo respectivamente, todo esto con relación al concreto patrón. Afirmando lo dicho por Chahua y Huayta, la aplicación de estas fibras aporta mayor tenacidad al concreto.

## VI. CONCLUSIONES

1. Con los resultados del estudio realizado se concluye que la aplicación de la Fibra de Polipropileno influye de manera significativa en las propiedades del concreto para pavimentos rígidos, ya que los efectos en un concreto con la adición de las fibras SikaFiber Force PP48, SikaFiber PE y Z aditivos respecto a un concreto convencional obtuvo una pérdida ligera en su asentamiento proporcionalmente al incremento de dosificación de fibra, esto con respecto a sus propiedades físicas y en sus propiedades mecánicas se obtuvo un incremento en la resistencia a la compresión de 7.3% y 3.1% con 3kg/m<sup>3</sup> de dosificación de SikaFiber Force PP48, 21.1% y 8% con 0.7kg/m<sup>3</sup> de dosificación de fibra SikaFiber PE y 15.2% y 8.1% con 0.7kg/m<sup>3</sup> de dosificación de fibra Z Aditivos. En la resistencia a la flexión se obtuvo un incremento de 17% con 4kg/m<sup>3</sup> de dosificación de SikaFiber Force PP48, 26% con 0.7kg/m<sup>3</sup> de dosificación de SikaFiber PE y 20% con 0.7kg/m<sup>3</sup> de dosificación de fibra Z Aditivos.
2. Se evaluó la influencia de la aplicación de la Fibra de Polipropileno en el asentamiento del concreto y se observó que las fibras empleadas en las mezclas alteran su consistencia al realizar el ensayo de Slump. Donde se puede concluir que la mezcla sufre una reducción en su asentamiento; empleando la fibra SikaFiber Force PP48 presenta un asentamiento promedio de 3 ½" con dosificación de 2kg/m<sup>3</sup>, un asentamiento de 2" con dosificación de 3kg/m<sup>3</sup> y un asentamiento de ¾" con dosificación de 4kg/m<sup>3</sup>. Empleando las fibras SikaFiber PE y la fibra Z Aditivos presentan un asentamiento promedio de 4" con dosificación de 0.3kg/m<sup>3</sup>, un asentamiento de 3 ½" con dosificación de 0.5kg/m<sup>3</sup> y un asentamiento de 3" con dosificación de 0.7kg/m<sup>3</sup>, todo esto con respecto al asentamiento del concreto patrón que fue de 4". Se entiende que se reduce el asentamiento conforme se incrementa la dosificación de fibras, esto origina la pérdida de la trabajabilidad del concreto cuando se empleó. Sin embargo, se puede decir que cumple con la norma del comité ACI 211,2-98 que indica que para

pavimentos rígidos de consistencia seca el asentamiento está en un rango de 0" a 2" y para consistencia plástica está en un rango de 3" a 4".

3. Evaluamos la influencia de la aplicación de la Fibra de Polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto y se concluyó que, a mayor dosificación de fibras, mayor será la resistencia a la compresión, esto se va mostrando en escalas. El concreto alcanzo su máxima resistencia a la compresión con adición de 3kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber Force PP48 donde obtuvo un incremento del 7.3% y 3.1%, con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber PE obtuvo 21.1% y 8% y por último con la adición de 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra Z Aditivos obtuvo un 15.2% y 8.1%. Siendo 3kg/m<sup>3</sup> y 0.7kg/m<sup>3</sup> la dosificación óptima de entre todas. Este incremento en su resistencia es considerable ya que disminuye las fisuras que suelen mostrarse y proporciona una mayor vida útil al pavimento.
  
4. Determinamos la influencia de la aplicación de la Fibra de Polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto entre las vigas de concreto patrón y vigas con fibra. Concluimos que el concreto alcanzo su máxima resistencia a la flexión al incorporar 4kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber Force PP48 obteniendo un incremento de 17%, al incorporar 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra SikaFiber PE se obtuvo un incremento del 26% y al incorporar 0.7kg/m<sup>3</sup> de fibra Z Aditivos se obtuvo un incremento del 20%, todo esto con respecto al concreto patrón. Siendo 4kg/m<sup>3</sup> y 0.7kg/m<sup>3</sup> la dosificación óptima de entre todas. Con esto se pudo determinar que al incorporar los distintos tipos de fibras con distintas dosificaciones permiten que el concreto siga resistiendo pese a la aparición de fisuras, de esta manera le brinda una mayor resistencia residual, teniendo en cuenta además que le aporta ductilidad al concreto. Considerando los valores del módulo de rotura que nos muestra el Método AASHTO (estos varían desde los 42kg/cm<sup>2</sup> hasta 48kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de ensayado) se puede decir que cumple con los parámetros de resistencia que la norma estable para la resistencia a flexión.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones o pruebas con los diferentes tipos de fibras de polipropileno que se emplean como refuerzo para el concreto y continuar con el proceso de investigación de las mejoras en las propiedades que pueda tener el concreto con la aplicación de estas fibras y sus distintas dosificaciones (se recomienda evaluar adiciones de fibra en 0.9kg/m<sup>3</sup>, 1.0kg/m<sup>3</sup> y 1.5kg/m<sup>3</sup>), hasta poder obtener una mejora en la óptima dosificación, teniendo en cuenta los resultados del informe de investigación.
- Se recomienda emplear estas fibras para aumentar la resistencia mecánica del concreto, pero a la vez en conjunto con la aplicación de algún aditivo plastificante para que con esto pueda compensar la pérdida en su asentamiento que suele generar la incorporación de fibra, con esto se puede obtener una mejor trabajabilidad.
- Se recomienda emplear las fibras de polipropileno en dosificaciones de 0.7kg/m<sup>3</sup> y 4kg/m<sup>3</sup> en el concreto si lo que se pretende es elevar su resistencia a compresión y su resistencia a flexión, ya que con ello podremos obtener una mayor vida útil del pavimento.
- Esta investigación es recomendada a empresas constructoras y empresas que realicen obras viales, ya que la utilización de estas fibras aporta muy buenas propiedades en el concreto. Estas fibras se suelen encontrar en los mercados a un accesible costo, teniendo en cuenta esto podremos obtener concretos mejorados para pavimentos rígidos y a la vez proyectos que conlleven emplear concretos con mejores características físicas y mecánicas.
- Por último, se recomienda aplicar estas fibras de polipropileno en los distritos de los olivos, específicamente en la Av. Gerardo Unger, esta aplicación debe realizarse con estudios previos de campo y laboratorio para que con ello podamos obtener una mejora en el pavimento rígido de dicha vía.

## REFERENCIAS

ABHISHEK, Polypropylene Fiber Reinforced Concrete in Railway Crossties. Tesis (Grado de Maestro en Ingeniería Civil). Universidad de Illinois, 2017.

ABANTO, Flavio (1998). Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos. Lima – Perú.

ACI544.1R. (1996). Report on Fiber Reinforced Concrete. Reported by ACI Committee 544.

ARIAS. (2004). Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información. Caracas-Venezuela: Episteme.

ANKIT, Narendrabhai. A Study on Usage of Polypropylene Fiber in Cement Concrete Pavement. Tesis (Grado de Maestro en Ingeniería de Transporte). Universidad Tecnológica de Gujarat, 2016.

BOTTO, Raisa y SANTACRUZ, Paola. Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono. Tesis (Grado de Maestro en Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2017.

CACHAY, Rafael (2014). Diseño de mezclas del concreto. Disponible en: <http://cecfic.uni.edu.pe/archivos/concreto/concreto/DISENO%20DE%20MEZCLAS%20PARA%20RESIDENCIA%20DE%20OBRA.pdf>

CARRILLO, J. y SILVA-PÁRAMO, D., Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. Revista de Investigación y Tecnología [en línea] [Fecha de Consulta 9 de Octubre de 2019].

ISSN: 1405-7743.

CARRILLO, J., BARRERA, A. y ACOSTA, D., Evaluación del desempeño a tensión por compresión diametral del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306. Revista de Ingeniería y Competitividad [en línea] [fecha de Consulta 9 de Octubre de 2019]. ISSN: 0123-3033.

CUENCA, E. (2008). Introducción sobre hormigón autocompactante y hormigón reforzado con fibras. Disponible en:  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12318/1\\_Introduccion\\_HAC\\_HRF\\_.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12318/1_Introduccion_HAC_HRF_.pdf)

CHAPOÑAN, Jose y QUISPE, Joel. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto Hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.H. Villa María – Nuevo Chimbote. Tesis (Grado de Ingeniería civil). Universidad Nacional del Santa, 2017.

CHAHUA, Jamil y HUAYTA, Pedro. Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva Planta Farmagro – Huachipa - Lima. Tesis (Grado de Ingeniería civil). Universidad San Martín de Porres, 2018.

CHANG, Gustavo y PEREZ, Darwin. Guía de Laboratorio de resistencia de materiales. Editorial Unimagdalena, 2015. 62 pp.  
ISBN: 9587460715, 9789587460711

CHÁVEZ, Dennis. Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación jurídico social. [en línea] [Fecha de consulta: 28 de Octubre del 2019]. Disponible en: [https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a\\_20080521\\_56.pdf](https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf)

DUQUE, Carlos y TIBAQUIRÁ, Jaime. Estudio de la patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de Granada departamento del meta. Tesis (Grado de Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad militar Nueva Granada, 2010.

ESPINOZA, Marlon. Comportamiento Mecánico del Concreto Reforzado con Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar. Tesis (Grado de Magister en Construcciones) Universidad de Cuenca, 2015.

FLORES, Emanuel. Mejoramiento de la Resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Tupac Amaru, Distrito de Independencia, Lima. Tesis (Grado de Ingeniería civil). Universidad Cesar Vallejo, 2018.

GARCIA, Carolina. Resistencia a la flexión del concreto [Fecha de consulta: 5 de Noviembre del 2019]. Disponible en: <http://www.duravia.com.pe/blog/wp-content/uploads/Resistencia-Concreto-ACI-ICA-version-web.pdf>

GALLARDO, Yolanda y MORENO, Adonay. (1987). Aprender a investigar. Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia: Arfo editores LTDA.

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de Estructuras de concreto armado. 5ta ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 967 pp.  
IBNS: 9786123172978

LAFUENTE, Carmen y MARÍN, Ainhoa. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. Revista Escuela de Administración de Negocios. [en línea] núm. 64, septiembre-diciembre, 2008, pp. 5-18. [ fecha de consulta: 12 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/206/20612981002.pdf>  
ISSN: 0120-8160

LÓPEZ, Jorge. Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: Influencia del tipo y consumo de fibras adicionado. Tesis (Grado de Maestro en Ingeniería Civil). Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

MACCAFERRI América Latina. Fibras como elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón. Manual técnico. [en línea] [Fecha de consulta: 17 de Octubre del 2018]. Disponible en: [http://www.aprocons.org.py/doc/pavimento/manual\\_fibras.pdf](http://www.aprocons.org.py/doc/pavimento/manual_fibras.pdf)

MEZA, Alejandro, MORENO, Rosario, HERRERA, Luis et al. Dispositivo para producir fibras rizadas para reforzar el concreto (En línea). Junio – Octubre 2018. (Fecha de consulta: 12 de Setiembre de 2019).

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2015). Logros Red Vial. Obtenido de MTC: [http://www.mtc.gob.pe/logros\\_red\\_vial.html](http://www.mtc.gob.pe/logros_red_vial.html)

MOGHIMI, Golnaz. Behavior of Steel-Polypropylene Hybrid Fiber Reinforced Concrete. Tesis (Grado de Maestro en Ingeniería Civil). Universidad del Mediterraneo, Chipre del Norte, 2016.

MONJE, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Universidad surcolombiana. Colombia [en línea] [Fecha de consulta: 10 de Octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

MTC, D. g. (2013). Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima.

McCORMAC, Jack y BROWN, Russell. Diseño de Concreto reforzado. 8 ed. México: Alfaomega Grupo editor, 2011. 724 pp.  
ISBN: 978-607-707-231-7

NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO E 0.60. Reglamento nacional de edificaciones. Lima: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2009. 26pp.

NORMA TECNICA PERUANA 339.034. Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, 2008.

NORMA TECNICA PERUANA 339.035. CONCRETO Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams, 2008.

ÑAUPAS, A. (2014). Metodología de investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis. Bogotá: Ediciones de Universidad de Bogotá, 2014.  
ISSN: 2007-2309.

PALELLA, Stracuzzi y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación Cualitativa 2º edición. Venezuela: FEDUPEL, 2010.  
ISBN: 980-273-445-4.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES CE.010 "Pavimentos urbanos". (2010). SENSICO. Lima, Perú.

RIVERA, Miguel y SOSA, Jose. Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales. Tesis (Grado de Ingeniero Civil), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2010.

RIVERA, Gerardo. Concreto simple. Capítulo 6: Resistencia del concreto [Fecha de consulta: 15 de Octubre del 2019]. Disponible en:  
<https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>

RONDON, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos (Materiales, construcción y diseño). Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015. 865 pp.  
ISBN: 978-958-771-175-2

SANCHEZ, Diego. 2011. Tecnología del concreto y del mortero. 5ta. Bogota : Bhandar Editores LTDA, 2011. 394.

ISBN: 9789589247044

SAMPIERI, COLLADO y BAPTISTA (2016). Metodología de la investigación 6° edición. Mexico: Mac GRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES SA, 2016.

ISBN: 978-1-4562-2396-0.

SILUPU, Hussein y SALDAÑA, Jhonnatan. Efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico mecánico de un concreto convencional para pavimentos rígidos utilizando cemento Qhuna, Trujillo – La Libertad 2018. Tesis (Grado de Ingeniero civil). Universidad Privada del Norte, 2019.

SIKAFIBER-Concreto Reforzado con Fibras (Construyendo confianza).Rev.3p. [Fecha de consulta: 13 de Octubre del 2019]. Disponible en:

<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjz8yM9MzYAhXFs1MKHYaiAFkQFghJMAo&url=https%3A%2F%2Fcol.sika.com%2Fdms%2Fgetdocument.get%2F7bef35eb-d2bb-3ea4-b51f-b5bc3c99b1e2%2FConcreto%2520reforzado%2520con%2520fibras.pdf&usg=AOvVaw1m6Fgv5wxrW-0yIbBVSj2Q>

TOIRAC, José. La Resistencia a compresión del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras. Ciencia y Sociedad [en línea]. 2009, [Fecha de Consulta 4 de Noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014516001>

ISSN:0378-7680.

UNICON (2016). UNICONSEJOS: Determinación del Asentamiento (Slump) del Concreto [en línea] recuperado el 3 de mayo de 2016, de <http://www.unicon.com.pe/principal/noticias/noticia/uniconsejos-determinacion-delasentamiento-slump-del-concreto/70>

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. vol. 33, núm. 1, 2009, pp. 155-165. [ citado 20 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ISSN: 0379-708

VALERA, Edwin. Incorporación de fibras de polipropileno (sikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el Departamento de Lima. Tesis (Grado de Ingeniero civil). Universidad Cesar Vallejo, 2017.

## **ANEXOS**

Anexo 5. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural	Según Sika Perú: Es una fibra de polipropileno macro sintética estructural, creada y empleada como refuerzo secundario para el concreto, es fabricada con polyolefina de elevado desempeño y mecánicamente deformadas en todo el cuerpo, esto sirve para maximizar el anclaje con el concreto y obviar la pérdida cuando se emplea (Shotcrete), a la vez es orientada a obtener la mayor superficie de fricción con el concreto, lo que trae como consecuencia una mayor unión y eficiencia a la absorción de energía y resistencia a la flexión	Es un proceso que se va a desarrollar con el fin de dar una propuesta de solución al problema. Las variables se identifican, así como las dimensiones con sustento teórico. Los indicadores que son los que miden a dicha dimensión. A partir del indicador se formula las preguntas del instrumento, que será aplicado a unidad de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SikaFiber Force PP 48</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la fibra en el concreto – 2Kg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De razón</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la fibra en el concreto – 3Kg.</li> </ul>	
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la fibra en el concreto – 4Kg.</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• SikaFiber PE</li> <li>• Z Aditivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la fibra en el concreto – 0.3Kg</li> </ul>	
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la fibra en el concreto - 0.5Kg</li> </ul>	
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la fibra en el concreto - 0.7Kg</li> </ul>	
Concreto	Según el MTC: Es una mezcla de material aglomerante y agregados finos y gruesos. Es usual que en el concreto utilicen el agua y cemento portland como medio aglomerante, sin embargo, si la condición lo requiere se puede emplear aditivos para poder mejorar las propiedades del concreto.	formula las preguntas del instrumento, que será aplicado a unidad de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asentamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slump.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De razón</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la compresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo a los 7 y 28 días.</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la flexión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo a los 28 días.</li> </ul>	

## Anexo 6. Matriz de consistencia

<b>Matriz de consistencia</b>								
<b>Título: “Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019”</b>								
<b>Autor: Leiva Sotomayor Jose Hayrol</b>								
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores		Tipo y diseño de investigación			
<p><b>General</b> ¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento rígido?</p> <p><b>Específicos</b> - ¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en el asentamiento del concreto en el Pavimento rígido?</p> <p>- ¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en la resistencia a la compresión del concreto en el Pavimento rígido?</p> <p>- ¿Cuál es la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en la resistencia a la flexión del concreto en el Pavimento rígido?</p>	<p><b>General</b> Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en las propiedades del concreto en el Pavimento rígido.</p> <p><b>Específicos</b> -Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural en el asentamiento del concreto en el Pavimento rígido.</p> <p>-Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural sobre la resistencia a la compresión del concreto en el Pavimento rígido.</p> <p>-Evaluar la influencia de la Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural sobre la resistencia a la flexión del concreto en el Pavimento rígido.</p>	<p><b>General</b> La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural mejora las propiedades del concreto en el Pavimento rígido.</p> <p><b>Específicos</b> -La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural influye positivamente en el asentamiento que tiene el concreto en el Pavimento rígido.</p> <p>-La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural influye positivamente sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto en el Pavimento rígido.</p> <p>-La Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural influye positivamente sobre la resistencia a la flexión que posee el concreto en el Pavimento rígido.</p>	<b>VARIABLE 1 Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural</b>		<p><b>Método:</b> Científico <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Correlacional causal. <b>Diseño:</b> No experimental <b>Población:</b> Todos los ensayos del concreto a realizar. <b>Muestra:</b> Ensayos de asentamiento, ensayos de resistencia a compresión y ensayos de resistencia a flexión. <b>Técnica:</b> Documental. <b>Instrumento:</b> Ficha de recolección de datos.</p>			
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>		<b>Instrumentos</b>		
			SikaFiber Force PP 48	Aplicación de la fibra en el concreto – 2Kg		Balanza calibrada para distribuir las dosificaciones y fichas técnicas		
				Aplicación de la fibra en el concreto – 3Kg				
				Aplicación de la fibra en el concreto – 4Kg				
			SikaFiber PE	Aplicación de la fibra en el concreto - 0.3Kg				
			Z Aditivos	Aplicación de la fibra en el concreto – 0.5Kg				
				Aplicación de la fibra en el concreto – 0.7Kg				
			<b>VARIABLE 2 Concreto</b>			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
			Asentamiento	Cono de Abrams (Slump)		Equipos para realizar las pruebas señaladas en los indicadores y Normas ASTM C143		
Resistencia a la compresión	Ensayos a los 7 y 28 días	Equipos para realizar las pruebas señaladas en los indicadores y Normas ASTM C39						
Resistencia a la flexión	Ensayos a los 28 días	Equipos para realizar las pruebas señaladas en los indicadores y Normas ASTM C78						

Anexo 7. Ficha de Recolección de Datos N°1. Validado por el Ing. Jose Luis Benites Zúñiga.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>		
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019		
<b>AUTOR</b>		Leiva Sotomayor Jose Hayrol		
<b>FUENTE DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>POBLACIÓN</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>
TÍTULO DE TESIS				
AUTOR				
UNIVERSIDAD / AÑO				
<b>CONCRETO F'c 280</b>	<b>DOSIFICACION DE FRIBA</b>			
<b>ASENTAMIENTO</b>				
<b>PULGADAS</b>				
<b>RESISTENCIA COMPRESIÓN</b>				
<b>7 DIAS (Kg/cm2)</b>				
<b>28 DIAS (Kg/cm2)</b>				
<b>RESISTENCIA FLEXIÓN</b>				
<b>28 DIAS (Kg/cm2)</b>				
<b>Nombres del Experto</b>			Firma y Sello	
<b>Apellidos del Experto</b>				
<b>Fecha</b>				

Anexo 8. Ficha de Validación del Instrumento N°1. Validado por el Ing. Jose Luis Benites Zúñiga.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>											<b>FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>										
<b>PROYECTO DE INVESTIGACION</b>		Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019																			
<b>AUTOR</b>		Leiva Sotomayor Jose Hayrol																			
INFORMACIÓN GENERAL																					
UBICACIÓN	Distrito						Los Olivos						EXPERTO								
	Provincia						Lima														
	Departamento						Lima						CUMPLE	NO							
1	DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO																				
	SIKAFIBER FORCE PP48			SIKAFIBER PE			Z ADITIVOS														
	2kg/m <sup>3</sup>	3kg/m <sup>3</sup>	4kg/m <sup>3</sup>	0.3kg/m <sup>3</sup>	0.5kg/m <sup>3</sup>	0.7kg/m <sup>3</sup>	0.3kg/m <sup>3</sup>	0.5kg/m <sup>3</sup>	0.7kg/m <sup>3</sup>												
2	ASENTAMIENTO																				
	Cono de Abrams (Slump)																				
3	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN																				
	Resistencia a los 7 días					Resistencia a los 28 días															
4	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN																				
	Resistencia a los 28 días																				
<b>Nombres del Experto</b>												Firma y Sello									
<b>Apellidos del Experto</b>																					
<b>Fecha</b>																					

Anexo 9. Validación del Ing. Jose Luis Benites Zúñiga.

2 archivos adjuntos



**JOSE LUIS**

para mí ▾

27 jun. 2020 21:22 (hace 16 horas)



**Estimado (a). Jose Hayrol Leiva Sotomayor**

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu DPI titulado "Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019" , doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

**Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga**  
**Ingeniero Civil**  
**CIP 126769**



Atte.

Ing. Jose Luis Benites Zuñiga

OK.

GRACIAS.

RECIBIDO.

Anexo 10. Ficha de Recolección de Datos N°2.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>		
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019		
<b>AUTOR</b>		Leiva Sotomayor Jose Hayrol		
<b>FUENTE DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>POBLACIÓN</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>
TÍTULO DE TESIS				
<b>AUTOR</b>				
UNIVERSIDAD / AÑO				
<b>CONCRETO F'c 280</b>	<b>DOSIFICACION DE FRIBA</b>			
<b>ASENTAMIENTO</b>				
<b>PULGADAS</b>				
<b>RESISTENCIA COMPRESIÓN</b>				
<b>7 DIAS (Kg/cm2)</b>				
<b>28 DIAS (Kg/cm2)</b>				
<b>RESISTENCIA FLEXIÓN</b>				
<b>28 DIAS (Kg/cm2)</b>				
<b>Nombres del Experto</b>	Svbila	Firma y Sello  CIP: 232801		
<b>Apellidos del Experto</b>	Lloclla Pérez			
<b>Fecha</b>	1/07/2020			

Anexo 11. Ficha de Validación del Instrumento N°2.

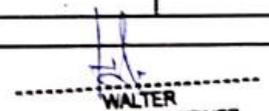
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>											<b>FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>				
<b>PROYECTO DE INVESTIGACION</b>		Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019													
<b>AUTOR</b>		Leiva Sotomayor Jose Hayrol													
INFORMACIÓN GENERAL															
UBICACIÓN	Distrito			Los Olivos			<b>EXPERTO</b>								
	Provincia			Lima											
	Departamento			Lima			<b>CUMPLE</b>	<b>NO</b>							
1	DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO														
	SIKAFIBER FORCE PP48			SIKAFIBER PE			Z ADITIVOS								
	2kg/m3	3kg/m3	4kg/m3	0.3kg/m3	0.5kg/m3	0.7kg/m3	0.3kg/m3	0.5kg/m3	0.7kg/m3						
2	ASENTAMIENTO														
	Cono de Abrams (Slump)														
3	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN														
	Resistencia a los 7 días			Resistencia a los 28 días											
4	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN														
	Resistencia a los 28 días														
<b>Nombres del Experto</b>			Svbila			Firma y Sello  SUPERVISOR DE OBRA DE INSTALADO CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.									
<b>Apellidos del Experto</b>			Lloclla Pérez												
<b>Fecha</b>			1/07/2020								CIP: 232801				

Anexo 12. Ficha de Recolección de Datos N°3.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>		
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019		
<b>AUTOR</b>		Leiva Sotomayor Jose Hayrol		
<b>FUENTE DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>POBLACIÓN</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>
TÍTULO DE TESIS				
AUTOR				
UNIVERSIDAD / AÑO				
<b>CONCRETO F'c 280</b>	<b>DOSIFICACION DE FRIBA</b>			
<b>ASENTAMIENTO</b>				
<b>PULGADAS</b>				
<b>RESISTENCIA COMPRESIÓN</b>				
7 DIAS (Kg/cm2)				
28 DIAS (Kg/cm2)				
<b>RESISTENCIA FLEXIÓN</b>				
28 DIAS (Kg/cm2)				
<b>Nombres del Experto</b>	WALTER	Firma y Sello		
<b>Apellidos del Experto</b>	JARAMILLO MARTINEZ			
<b>Fecha</b>	03/07/2020			

  
 -----  
**WALTER**  
**JARAMILLO MARTINEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 219480**

Anexo 13. Ficha de Validación del Instrumento N°3.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>											<b>FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>				
<b>PROYECTO DE INVESTIGACION</b>		Aplicación de la Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural para mejorar las propiedades del concreto en el Pavimento Rígido de la Av. Gerardo Unger, Los Olivos, Lima 2019													
<b>AUTOR</b>		Leiva Sotomayor Jose Hayrol													
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>															
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito				Los Olivos			<b>EXPERTO</b>							
	Provincia				Lima										
	Departamento				Lima										
<b>DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO</b>															
1	SIKAFIBER FORCE PP48			SIKAFIBER PE			Z ADITIVOS								
	2kg/m3	3kg/m3	4kg/m3	0.3kg/m3	0.5kg/m3	0.7kg/m3	0.3kg/m3	0.5kg/m3	0.7kg/m3						
<b>ASENTAMIENTO</b>															
2	Cono de Abrams (Slump)														
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>															
3	Resistencia a los 7 días					Resistencia a los 28 días									
<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>															
4	Resistencia a los 28 días														
<b>Nombres del Experto</b>			WALTER			Firma y Sello  WALTER JARAMILLO MARTINEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 219488									
<b>Apellidos del Experto</b>			JARAMILLO MARTINEZ												
<b>Fecha</b>			03/07/2020												

BUILDING TRUST



# HOJA TÉCNICA

## Sika® Fiber Force PP-48

Fibra de polipropileno macro sintética estructural

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber Force PP 48, es una fibra de polipropileno macro sintética estructural, diseñada y usada como el refuerzo secundario de concreto, es fabricada a partir de polímeros de poliolefina de alto desempeño y deformadas mecánicamente en todo el cuerpo para maximizar el anclaje en el concreto y evitar la pérdida excesiva cuando se proyecta (Shotcrete), altamente orientada a conseguir la mayor superficie de contacto dentro del concreto, lo que resulta en una mayor unión interfacial y eficiencia de la resistencia de la flexión y absorción de energía. Sika® Fiber Force PP-48 esta específicamente diseñada y fabricada en una instalación certificada bajo la norma ISO 9001:2000, para ser usada como refuerzo secundario de concreto a una tasa de adición mínima de 2 kg por metro cúbico. Cumple con la norma ASTM C 1116/C 1116 M, concreto Tipo III reforzado con fibra, JSCE-S14 y con la norma Europea EN-14889-2 como clase II.

#### USOS

- Losas industriales sobre el piso, tráfico ligero, medio o pesado.
- Áreas para estacionamiento.
- Elementos Pre-fabricados.
- Pavimentos de concreto tráfico ligero, medio o pesado.
- Plataformas compuestas de metal y concreto.
- Aceras y entradas de automóviles.
- Capas superpuestas y coberturas.
- Aplicaciones no magnéticas.
- Shotcrete vía húmeda o vía seca, ya sea definitivo o temporal.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia a la tenacidad, absorción de energía e impacto del concreto, así como la resistencia residual y ductilidad.
- No afecta notoriamente la fluidez (Slump) de la mezcla como otras fibras multifilamento.
- Disminuye la tendencia al agrietamiento en estado fresco como endurecido del concreto.
- Máxima resistencia al arrancamiento dentro de la matriz del concreto.
- Reduce el desgaste en bombas y tuberías cuando la mezcla es bombeada.
- Alta resistencia a los ataques químicos y a los álcalis.
- Es segura y más fácil de usar que el refuerzo tradicional.
- No se corroe con las aguas agresivas.
- Ahorra tiempo y molestias durante la aplicación y el proceso de concentrado del mineral.

Anexo 15. Informe de laboratorio. Granulometría, agregado fino. Valera Edwin, 2017

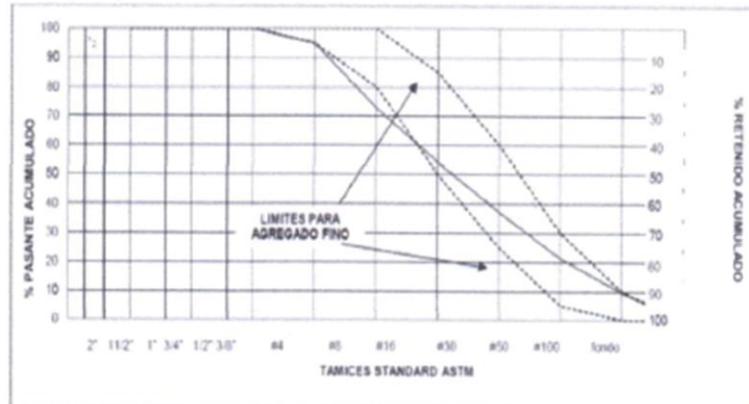


"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

EXPEDIENTE N° : 001 - LEM 2017  
 SOLICITANTE : EDWIN ALBERTO VALERA PARELO  
 PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F' C = 200 (C30) CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP40) PARA EL DPTO DE LIMA  
 MATERIAL : AGREGADO FINO  
 CANTERA : FERRITERIA GARANTIZADA  
 FECHA : 03/01/2017

MALLA	GRANULOMETRIA				CARACTERISTICAS FISICAS	
	PESO RETENIDO en gramos (B)	% RETENIDO (B/A)*100	% RETENIDO ACUMUL. (B*SUMA C)	% PASANTE ACUMUL. (100 - B)	MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MÁXIMO
3"	-	-	-	100.0		(A) peso de tara (gr) : 744.8
2 1/2"	-	-	-	100.0		(B) peso de muestra original húmeda (gr) : 1383.9
2"	-	-	-	100.0		(C) peso de muestra seca (gr) : 1376.3
1 1/2"	-	-	-	100.0		% HUMEDAD (B-C) * 100 / (C-A)
1"	-	-	-	100.0		
3/4"	-	-	-	100.0		(D) peso de tara (gr) : 744.8
1/2"	-	-	-	100.0		(E) peso de muestra seca (gr) : 1376.3
3/8"	-	-	-	100.0		(F) peso de muestra después de lavado seca (gr) : 1398.6
#4	31.6	5.0	5.0	95.0		% PASANTE DE M # 200 (E-F) * 100 / (E-D)
#8	148.6	22.3	27.3	72.7		
#16	117.9	18.5	45.8	54.2		
#30	197.5	17.8	62.8	37.2		
#50	190.1	15.9	78.7	21.3		
#100	74.1	11.7	90.4	9.6		
FONDO	68.6	9.6	100.0	0.0		OBSERVACIONES
TOTAL	831.5	100.0			MODULO FINEZA 3.10	



Anexo 16. Informe de laboratorio. Granulometría, agregado grueso. Valera Edwin, 2017



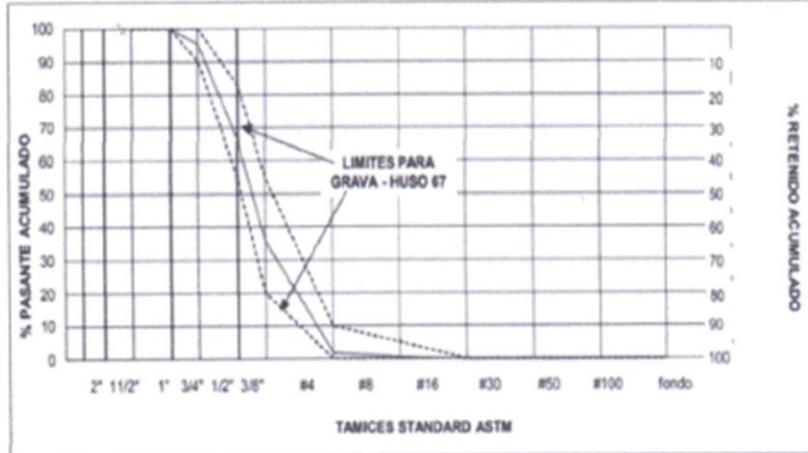
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
ASTM C 136 - NTP 400.012

EXPEDIENTE N° : 002 - LEM 2017  
SOLICITANTE : EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO  
PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'c = 280 <math>kg/cm^2</math> CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (MKA FIBER FORCE PP40) PARA EL DPTO DE LIMA  
MATERIAL : AGRGADO GRUESO  
CANTERA : FERRETERIA GARANTIZADA  
FECHA : 03/01/2017

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	
3"	-	-	-	100.0	(A) peso de tara (g) :	1230.4
2 1/2"	-	-	-	100.0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	3943.1
2"	-	-	-	100.0	(C) peso de muestra seca(g) :	3921.9
1 1/2"	-	-	-	100.0	% HUMEDAD	
1"	-	-	-	100.0	$(B-C) * 100 / (C-A)$	0.75
3/4"	333.3	4.8	4.8	95.2	(D) peso de tara (g) :	1230.4
1/2"	2,024.9	28.9	33.6	66.4	(E) peso de muestra seca (g) :	3921.9
3/8"	2,134.6	30.4	64.1	35.9	(F) peso de muestra después de lavado seco (g) :	3896.9
# 4	2,395.5	34.2	98.2	1.8	%PASANTE DE M # 200	
# 8	88.2	1.3	99.5	0.5	$(E-F) * 100 / (E-D)$	0.97
# 16	-	-	-	-	OBSERVACIONES	
# 30	-	-	-	-		
# 50	-	-	-	-		
# 100	-	-	-	-		
FONDO	34.5	0.5	100.0	0.0		
TOTAL	7011.0	100.0	MODULO FINEZA	4.67		



Anexo 17. Informe de laboratorio. Gravedad especifica. Valera Edwin, 2017



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**GRAVEDAD ESPECIFICA**



EXPEDIENTE N° : 004 - LEM 2017  
SOLICITA : EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO  
PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'c = 280KG/CM2  
CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) EN EL DPTO DE LIMA

MATERIAL : GRAVA - HUSO 87  
CANTERA : FERRETERIA GARANTIZADA  
FECHA : 04/01/2017

Peso Especifico Bule (Base Seca) :	2.754	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada) :	2.776	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca) :	2.815	gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION :	0.80	%



**DISEÑO DE MEZCLA**

**SOLICITA :** EDWINALBERTO VALERA PAJUELO  
**PROYECTO:** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'C =280 /CM2 CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA EL DPTO DE LIMA  
**FECHA :** 07-01-2017

**ESPECIFICACIONES:**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

- A.-Cemento: -Tipo I
- Peso específico..... 3.12
- B.-Agua:
- Potable, de la zona.
- C.-Agregado fino: **Ferretería garantizada- Lima**
- Peso específico de masa 2.681 gr / cm<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto 1517 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1796 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.20 %
- Absorción 1.14 %
- Módulo de fineza 3.1
- Malla 200 4.07 %
- D.-Agregado grueso: **Ferretería garantizada- Lima**
- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- peso unitario suelto 1426 kg/m<sup>3</sup>

Anexo 19. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla patrón. Valera Edwin, 2017



-Peso Unitario Compactado	1549 Kg/M <sup>3</sup>
-Peso Específico De Masa	2.754 Gr/Cm <sup>3</sup>
-Absorción	0.80 %
- Módulo De Fineza	6.67
-Contenido De Humedad	0.75 %
-Malla 200	0.97 %

#### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento 4".

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 197.5 lt/m<sup>3</sup>.

#### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

#### FACTOR CEMENTO

$$F.C : 197.5 / 0.45 = 439 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$$

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m<sup>3</sup>

Cemento.....	439
kg/m <sup>3</sup>	
Agua efectiva.....	197.5
lt/m <sup>3</sup>	
Agregado fino.....	965.8
kg/m <sup>3</sup>	
Agregado grueso.....	790.2
kg/m <sup>3</sup>	

#### PROPORCION EN PESO

439 : 965.8 : 790.2

Anexo 20. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla patrón. Valera Edwin, 2017



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

439      439      439  
1: 2.2: 1.8 / 19.2 lts/bolsa

**PROPORCION EN VOLUMEN:**

1: 2.18 : 1.90 / 19.2 lts /bolsa

Anexo 21. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 2kg/m<sup>3</sup> de fibra.  
Valera Edwin, 2017



**DISEÑO DE MEZCLA**

**SOLICITA :** EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO  
**PROYECTO :** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO  $f'c = 280$  /CM<sup>2</sup> CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA EL DPTO DE LIMA

**FECHA :** 08-01-2017

**ESPECIFICACIONES:**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.
- Uso de fibra de Polipropileno en 2kg/m<sup>3</sup> en la mezcla.

**MATERIALES**

**A.-Cemento:**

-Tipo I  
-Peso específico ..... 3.12

**-B.-Agua:**

-Potable, de la zona.

**C.-Agregado fino:** ferretería garantizada

-Peso específico de masa 2.681 gr / cm<sup>3</sup>  
-Peso unitario suelto 1517 kg/m<sup>3</sup>  
-Peso unitario compactado 1796 kg/m<sup>3</sup>  
-Contenido de humedad 1.20 %  
-Absorción 1.14 %  
-Módulo de fineza 3.1

Anexo 22. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 2kg/m<sup>3</sup> de fibra.  
Valera Edwin, 2017

	Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b>	Facultad de Ingeniería Civil 
<i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>		
<b>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</b>		
-Malla 200	4.07 %	
D.-Agregado grueso:	<b>ferretería garantizada</b>	
-Piedra, perfil angular		
-Tamaño Máximo Nominal	3 /4"	
-peso unitario suelto	1426 kg/m <sup>3</sup>	
-peso unitario compactado	1549 kg/m <sup>3</sup>	
-peso específico de masa	2.754 gr/cm <sup>3</sup>	
-absorción	0.8 %	
- Módulo de fineza	6.67	
-contenido de humedad	0.75 %	
-Malla 200	0.97 %	
Fibra de polipropileno Sika Fiber Force PP48:	- Densidad	4gr/m <sup>3</sup>
<b>SELECCION DEL ASENTAMIENTO</b>		
De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga un consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 4".		
<b>VOLUMEN UNITARIO DE AGUA</b>		
Para una mezcla de concreto con asentamiento de 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 197.3 lt/m <sup>3</sup> .		
<b>RELACION AGUA - CEMENTO</b>		
Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45		
<b>FACTOR CEMENTO</b>		
F.C. : $197.3 / 0.45 = 438.2 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$		
<b>VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS m<sup>3</sup>:</b>		
cemento.....	438.2	

---

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 23. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 3kg/m<sup>3</sup> de fibra.  
Valera Edwin, 2017

Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b>	Facultad de Ingeniería Civil					
<i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>						
<b>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</b>						
g/m <sup>3</sup>	agua					
efectiva.....	196.3 Lt/m <sup>3</sup>					
Agregado						
fino.....	974.1kg/m <sup>3</sup>					
Agregado						
grueso.....	778.8kg/m <sup>3</sup>					
Fibra Sika fiber Force PP48....	2.0 kg/ m <sup>3</sup>					
<b>PROPORCION EN PESO</b>						
438.2	:	974.1	:	778.8	:	2
438.2		438.2		438.2		438.2
1	:	2.2	:	1.8	:	0.0045 / 19.2 lts / bolsa
<b>PROPORCION EN VOLUMEN:</b>						
1	:	2.16	:	1.90	:	0.0015 / 19.2 lts / bolsa
<b><u>DISEÑO DE MEZCLA</u></b>						
<b>SOLICITA : EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO</b>						
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'C =280 /CM2 CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA EL DPTO DE LIMA						
<b>FECHA : 08-01-2017</b>						
<b>ESPECIFICACIONES:</b>						
<ul style="list-style-type: none"><li>- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.</li><li>- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.</li><li>- Uso de fibra de Polipropileno en 3kg/m<sup>3</sup> en la mezcla.</li></ul>						
<b>MATERIALES</b>						
<hr/> <p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: <a href="mailto:debe@unfv.edu.pe">debe@unfv.edu.pe</a></p>						

Anexo 24. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 3kg/m<sup>3</sup> de fibra.  
Valera Edwin, 2017

	Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b>	Facultad de Ingeniería Civil 
<i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>		
<b>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</b>		
A.-Cemento: -	Tipo I	
-Peso específico .....	3.12	
-B.-Agua:		
-Potable, de la zona.		
<b>C.-Agregado fino:</b>	ferretería garantizada	
-Peso específico de masa	2.681 gr / cm <sup>3</sup>	
-Peso unitario suelto	1517 kg/m <sup>3</sup>	
-Peso unitario compactado	1796 kg/m <sup>3</sup>	
-Contenido de humedad	1.20 %	
-Absorción	1.14 %	
-Módulo de fineza	3.1	
-Malla 200	4.07 %	
<b>-D.-Agregado grueso:</b>	Ferretería garantizada	
-Piedra, perfil angular		
-Tamaño Máximo Nominal	3 /4"	
-peso unitario suelto	1426 kg/m <sup>3</sup>	
-peso unitario compactado	1549 kg/m <sup>3</sup>	
-peso específico de masa	2.754 gr/cm <sup>3</sup>	
-absorción	0.8 %	
- Módulo de fineza	6.67	
-contenido de humedad	0.75 %	
-Malla 200	0.97 %	
<hr/>		
Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 -Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe		

Anexo 25. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 3kg/m<sup>3</sup> de fibra.  
Valera Edwin, 2017



-Fibra de polipropileno Sika Fiber Force PP48:

-Densidad 4gr/m<sup>3</sup>

**SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 4".

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 197.3 lt/m<sup>3</sup>.

**RELACION AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

**FACTOR CEMENTO**

F.C. :  $197.3 / 0.45 = 438.2 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS m<sup>3</sup>:**

-cemento.....438.2 kg/m<sup>3</sup>

-agua efectiva.....197.3 lt/m<sup>3</sup>

-Agregado

fino.....954.1kg/m<sup>3</sup>

-Agregado

rueso.....788.8kg/m<sup>3</sup>

-Fibra Sika fiber Force PP48....3.0 kg/ m<sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

438.2 : 954.1 : 788.8 : 3

438.2 438.2 438.2 438.2

1: 2.2 : 1.8 : 0.007 / 19.2 lts / bolsa

**PROPORCION EN VOLUMEN:**

Anexo 26. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 4kg/m3 de fibra.  
Valera Edwin, 2017



1 : 2.16 : 1.90 : 0.0015 / 19.2 lts / bolsa

**DISEÑO DE MEZCLA**

**SOLICITA** : EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO

**PROYECTO:** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO  $f'c = 280$  /CM2 CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA EL DPTO DE LIMA

**FECHA** : 08-01-2017

**ESPECIFICACIONES:**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.
- Uso de fibra de Polipropileno en  $4 \text{ kg/m}^3$  en la mezcla.

**MATERIALES**

A.-Cemento: -Tipo I

-Peso específico ..... 3.12

-B.-Agua:

-Potable, de la zona

-C.-Agregado fino: ferretería garantizada

-Peso específico de masa  $2.681 \text{ gr / cm}^3$

-Peso unitario suelto  $1517 \text{ kg/m}^3$

-Peso unitario compactado  $1796 \text{ kg/m}^3$

-Contenido de humedad 1.20 %

Anexo 27. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 4kg/m<sup>3</sup> de fibra.  
Valera Edwin, 2017



-Absorción	1.14 %
-Módulo de fineza	3.1
-Malla 200	4.07 %
-D.-Agregado grueso:	ferretería garantizada
-Piedra, perfil angular	
-Tamaño Máximo Nominal	3 /4"
-peso unitario suelto	1426 kg/m <sup>3</sup>
-peso unitario compactado	1549 kg/m <sup>3</sup>
-peso específico de masa	2.754 gr/cm <sup>3</sup>
-absorción	0.8 %
- Módulo de fineza	6.67
-contenido de humedad	0.75 %
-Malla 200	0.97 %
-Fibra de polipropileno Sika Fiber Force PP48:	- Densidad 4gr/m <sup>3</sup>

#### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 4".

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 197.3 lt/m<sup>3</sup>.

#### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

Anexo 28. Informe de laboratorio. Diseño de mezcla con 4kg/m<sup>3</sup> de fibra.  
Valera Edwin, 2017



**FACTOR CEMENTO**

F.C. :  $197.3 / 0.45 = 438.2 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS m<sup>3</sup>:**

-cemento.....438.2 kg/m<sup>3</sup>  
-agua efectiva.....197.3 lt/m<sup>3</sup>  
-agregado fino  
.....974.1kg/m<sup>3</sup> -agregado grueso.....786.kg/m<sup>3</sup>  
-Fibra Sika fiber Force PP48....4.0 kg/ m<sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

438.2 : 974.1 : 786 : 4.00

438.2      438.2      438.2  
438.2

1: 2.2: 1.8: 0.09 / 19.2 lts / bolsa

**PROPORCION EN VOLUMEN:**

1 : 2.16 : 1.90 : 0.0015 / 19.2 lts / bolsa

Anexo 29. Informe de laboratorio. Resistencia a la compresión del concreto patrón. Valera Edwin, 2017



### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

**SOLICITA** : EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO  
**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'C =280 /CM2 CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA EL DPTO DE LIMA

**FECHA** : 02/02/2017  
**INFORME** : 005 - LEM 2017

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	(Pulg.)	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	PATRON	4	05/01/2017	12/01/2017	7	252.2
02	PATRON	4	05/01/2017	12/01/2017	7	251.3
03	PATRON	4	05/01/2017	19/01/2017	14	261.3
04	PATRON	4	05/01/2017	19/01/2017	14	272.4
05	PATRON	4	05/01/2017	02/02/2017	28	281.2
06	PATRON	4	05/01/2017	02/02/2017	28	282.3

Anexo 30. Informe de laboratorio. Resistencia a la compresión del concreto con 2Kg de fibra. Valera Edwin, 2017



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESION**

**SOLICITA** : EDWIN VALERA PAJUELO  
**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN  
CONCRETO F'C =280 /CM2 CON INCORPORACION DE  
FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48)  
PARA EL DPTO DE LIMA

**FECHA** : 02/02/2017  
**INFORME** : 006 - LEM 2017

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		FC
	ELEMENTO	( pulg. )	MOLDEO	ROTURA	Kg/cm2
01	2Kg fibra de polipropileno	3	05/01/2017	12/01/2017	279
02	2Kg fibra de polipropileno	3	05/01/2017	12/01/2017	271
03	2Kg fibra de polipropileno	3	05/01/2017	19/01/2017	305
04	2Kg fibra de polipropileno	3	05/01/2017	19/01/2017	310
05	2Kg fibra de polipropileno	3	05/01/2017	02/02/2017	285.4
06	2Kg fibra de polipropileno	3	05/01/2017	02/02/2017	286.7

Anexo 31. Informe de laboratorio. Resistencia a la compresión del concreto con 3Kg de fibra. Valera Edwin, 2017



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESION**

**SOLICITA** : EDWIN VALERA PAJUELO  
**PROYECTO** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN  
CONCRETO F'C =280 /CM2 CON INCORPORACION DE  
FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48)  
PARA EL DPTO DE LIMA

**FECHA** : 02/02/2017  
**INFORME** : 006 - LEM 2017

TESTIGO		SLUMP	FECHA		FC
N°	ELEMENTO	( pulg.)	MOLDEO	ROTURA	Kg/cm2
01	3Kg fibra de polipropileno	2	05/01/2017	12/01/2017	269
02	3Kg fibra de polipropileno	2	05/01/2017	12/01/2017	271
03	3Kg fibra de polipropileno	2	05/01/2017	19/01/2017	282.4
04	3Kg fibra de polipropileno	2	05/01/2017	19/01/2017	284.7
05	3Kg fibra de polipropileno	2	05/01/2017	02/02/2017	286.4
06	3Kg fibra de polipropileno	2	05/01/2017	02/02/2017	291.43

Anexo 32. Informe de laboratorio. Resistencia a la compresión del concreto con 4Kg de fibra. Valera Edwin, 2017

Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b>		Facultad de Ingeniería Civil			
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"					
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES					
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>					
<b>SOLICITA</b>	:	<b>EDWIN VALERA PAJUELO</b>			
<b>PROYECTO</b>	:	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'c =280 /CM2 CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA EL DPTO DE LIMA			
<b>FECHA</b>	:	02/02/2017			
<b>INFORME</b>	:	006 - LEM 2017			
TESTIGO		SLUMP	FECHA		FC
N°	ELEMENTO	( pulg. )	MOLDEO	ROTURA	Kg/cm2
01	4Kg fibra de polipropileno	0.75	05/01/2017	12/01/2017	269
02	4Kg fibra de polipropileno	0.75	05/01/2017	12/01/2017	271
03	4Kg fibra de polipropileno	0.75	05/01/2017	19/01/2017	272.4
04	4Kg fibra de polipropileno	0.75	05/01/2017	19/01/2017	274.7
05	4Kg fibra de polipropileno	0.75	05/01/2017	02/02/2017	287
06	4Kg fibra de polipropileno	0.75	05/01/2017	02/02/2017	279

---

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME : 11 - LMS 2017  
SOLICITA : EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO  
PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'c =280 /CM2  
CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA  
EL DPTO DE LIMA  
FECHA : 2/02/2017

IDENTIFICACION	PATRON	PATRON	PATRON	2KG FIBRA F. POLIP	2KG FIBRA F. POLIP
Fecha de Elaboración	5/01/2017	5/01/2017	5/01/2017	5/01/2017	5/01/2017
Fecha de Rotura	2/02/2017	2/02/2017	2/02/2017	2/02/2017	2/02/2017
Ancho (cm)	15.20	15.20	15.20	16.30	16.30
Altura de la viga (cm)	15.00	15.00	15.00	16.30	16.30
Luz libre entre apoyos (cm)	48.10	48.10	48.10	47.10	47.10
Carga (Kg)	5250	5120	5400	5150	5200
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	71.2	70.5	72.15	67.9	68.58

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-78 / NTP 339.078



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

INFORME : 12 - LMS 2017  
SOLICITA : EDWIN ALBERTO VALERA PAJUELO  
PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN CONCRETO F'c =280 /CM2  
CON INCORPORACION DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (SIKA FIBER FORCE PP48) PARA  
EL DPTO DE LIMA

FECHA : 3/02/2017

IDENTIFICACION	3KG FIBRA POLIPRO	3KG FIBRA POLIPRO	4KG FIBRA POLIPRO	4KG FIBRA POLIPRO	4KG FIBRA POLIPRO
Fecha de Elaboración	5/01/2017	5/01/2017	5/01/2017	6/01/2017	6/01/2017
Fecha de Rotura	2/02/2017	2/02/2017	2/02/2017	3/02/2017	3/02/2017
Ancho (cm)	15.10	15.10	15.40	15.40	15.40
Altura de la viga (cm)	15.1	15.1	15.2	15.2	15.2
Luz libre entre apoyos (cm)	47.10	47.10	47.10	47.10	47.10
Carga (Kg)	5650	5850	6250	6350	6450
Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	74.51	77.15	79.57	81.56	83.51

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.073

  
BUILDING TRUST

## HOJA TÉCNICA

# SikaFiber® PE

---

bra sintética para el refuerzo de concreto

---

<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	<p>SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros.</p> <p>SikaFiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.</p> <p>Durante la mezcla SikaFiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.</p> <p><b>USOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)</li><li>▪ Mortero y concreto proyectado (Shotcrete).</li><li>▪ Paneles de fachada.</li><li>▪ Elementos prefabricados.</li><li>▪ Revestimientos de canales.</li></ul> <p><b>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</b></p> <p>La adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.</li><li>▪ Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.</li><li>▪ Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.</li><li>▪ En mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.</li><li>▪ La acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.</li></ul>
---------------------------------	---

---

<b>DATOS BÁSICOS</b>	
<b>FORMA</b>	<b>ASPECTO</b> Fibra
	<b>COLOR</b> Crema claro
	<b>PRESENTACIÓN</b> Bolsa de 600 g

---

Hoja Técnica  
SikaFiber® PE  
05.05.10, Edición 3



El mejor amigo del concreto

Av. Los Pájaros N° 675 Urb. La Campaña, Chorrillos, Lima - Perú  
(01) 2622000 | (62) 019 271 / 019 248 834 / 019 128 834 / 019 200 990

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07/18

Fibra para concreto

## Fibra Z de Polipropileno

**Descripción:** Fibra inerte de polipropileno 100% vírgenes químicamente para la prevención de las rajaduras en el concreto. Cumple con las Normas ASTM C1116 Tipo I - II, ASTM C 1399 y resistencia residual. ASTM C 1116-95.

### Ventajas

- Reduce la permeabilidad.
- Reduce la contracción y resistencia al impacto y la ductilidad.
- Bloquea la propagación de fisura quedando como micro rajaduras.
- Resistente a álcalis.
- No corrosivo.
- Reduce la pérdida de agua en las primeras 3 horas al 50%.
- No afecta el proceso de hidratación del cemento.
- Resistente a la abrasión.

### Usos

En cualquier hormigón de cemento Portland que necesite tenacidad, resistencia al agrietamiento y mejore el sello contra el agua.

### Aplicación

- 400gr x m<sup>3</sup>
- 6 a 8kg. Reemplazo de la fibra metálica.
- 400gr x m<sup>3</sup> para concreto menor de Fc = 300 Kg/ cm<sup>2</sup>
- 950gr Concreto mayor de Fc = 300kg/ cm<sup>2</sup>
- Reemplazo Fierro de temperatura 1.5 a 1.6kg por m<sup>3</sup> de concreto.
- Concreto: 50gr x Bolsa de cemento.
- Mortero: 30gr x Bolsa de cemento.

### Información técnica

- Absorción: Ninguna.
- Gravedad específica: 0.9.
- Temperatura de encendido: 590°C.
- Conductividad térmica: Menor de 1 BTU-in/hr-ft<sup>2</sup>-°F.
- Conductividad eléctrica: Mayor de 1e + 10 ohm-cm.
- Resistencia a ácidos y sales.
- Ácido acético al 10% durante 28 días: Resistente.

E-mail: [ventas@aditivos.com.pe](mailto:ventas@aditivos.com.pe) | [informacion@aditivos.com.pe](mailto:informacion@aditivos.com.pe) | web: [www.aditivos.com.pe](http://www.aditivos.com.pe)

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5748 / 981 288 856 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo. Telf: (076) 223 738 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 766. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Anexo 37. Hoja Técnica Cemento Qhuna Portland Tipo I. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019



## Cemento Qhuna / PORTLAND TIPO I

### FICHA TÉCNICA

El cemento portland TIPO I es un cemento de uso general, fabricado mediante la molición de Clinker y yeso en diferentes porcentajes, asegurando de esa manera un producto de calidad, con mayores resistencias y tiempo de fraguado óptimo para una buena trabajabilidad en obra y/o construcción.

El cemento portland Tipo I, cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334 009 y ASTM C 150.

#### APLICACIONES

- Para uso en obras de construcción en general, proporciona resistencias mayores a 6900 PSI (47.6 MPa).
- Usado en la fabricación de ladrillos o bloques de alta resistencia, alcantarillados o adoquines.
- Para asestar ladrillos, tarrajear, enchapes de muyólicas, pisos cerámicos y otros materiales.
- Para preparación de concretos en cimientos, sobre cimientos, zapatas, vigas, columnas y techado de edificaciones.
- Debido a su correcta formulación desarrolla mayores resistencias a temprana edad y un adecuado tiempo de fraguado, requerido por los maestros en obra y/o construcción.

#### RECOMENDACIONES

- Usar agua y agregados en la proporción correcta.
- Preparar la mezcla sobre una superficie limpia, libre de materiales ajenos a la preparación.
- Como todo concreto es recomendable siempre realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabo final.
- Para asegurar la conservación del cemento, se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas de la humedad.
- Evitar apilar las bolsas en más de 10, para evitar la compactación de las mismas.

#### PRECAUCIONES

- Este producto, seco o húmedo puede causar irritación o quemadura a los ojos y la piel, por ende, evitar el contacto directo.
- Usar lentes de protección, guantes y botas de jébe, así como respiradores de polvo apropiados cuando se abra la bolsa o se ejecute el trabajo.
- Cubra sus brazos y piernas adecuadamente, para evitar irritación.
- Mantener fuera del alcance de los niños.



Victor Cruzado Escobar  
Control de Calidad  
INVERCEM S.A.

Psí. Petroperú 598 – Trujillo, La Libertad . (044) 578049

Anexo 38. Granulometría, agregado grueso y fino. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019

*Análisis Granulométrico de la muestra del Agregado Grueso.*

Tamiz	Abertura (mm)	P. Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% P. Retenido	% P. Retenido Acumulado	% Pasa
1 1/2	37,50	553,24	553,24	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,00	539,00	539,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,00	566,00	1013.67	447.67	8.95	8.95	91.05
1/2	12,50	538,00	3335.00	2797.00	55.94	64.89	35.11
3/8	9,50	546,00	1861.33	1315.33	26.31	91.20	8.80
N° 4	4,75	509,00	949.00	440.00	8.80	100.00	0,00
N° 8	2,36	491,00	491,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 16	1,18	413,00	413,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 30	0,60	403,00	403,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 50	0,30	370,00	370,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 100	0,15	346,00	346,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 200	0,08	300,00	304,00	0,00	0,00	100,00	0,00
<b>FONDO</b>	0,00	371,00	371,00	0,00	0,00	100,00	0,00
				5000,00	100,00		

*Husos granulométricos y porcentaje que pasa del agregado grueso.*

Tamiz	Abertura	Mínimo (%)	Máximo (%)	C. AG (%)
1	25.00	100	100	100,00
3/4	19.00	90	100	91.05
1/2	9.50	20	55	35.11
3/8	4.75	0	10	8.80
N° 4	2.36	0	5	0,00

*Análisis Granulométrico de la muestra del Agregado Fino.*

Tamiz	Abertura (mm)	P. Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% P. Retenido	% P. Retenido Acumulado	% Pasa
2	50.00	538.74	538.74	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	37.50	553.24	553.24	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	546.31	546.31	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.00	558.09	558.09	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	542.20	542.20	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	544.76	544.76	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.75	508.90	511.90	3.00	0.60	0.60	99.40
Nº 8	2.36	490.32	581.80	91.50	18.30	18.90	81.10
Nº 16	1.18	411.40	533.10	121.70	24.34	43.24	56.76
Nº 30	0.60	402.75	445.75	43.00	8.60	51.84	48.16
Nº 50	0.30	370.42	475.42	105.00	21.00	72.84	27.16
Nº 100	0.15	345.58	448.58	103.00	20.60	93.44	6.56
Nº 200	0.08	300.52	325.52	25.00	5.00	98.44	1.56
FONDO	0.00	368.16	375.90	7.80	1.56	100.00	0.00
				500.00	100.00		

*Husos granulométricos y porcentaje que pasa del agregado fino.*

Tamiz	Abertura (mm)	% pasa Mínimo	% pasa Máximo	% Pasa AF
3/8	9.50	100	100	100.00
Nº 4	4.75	95	100	99.40
Nº 8	2.36	80	100	81.10
Nº 16	1.18	50	85	56.76
Nº 30	0.60	25	60	48.16
Nº 50	0.30	10	30	27.16
Nº 100	0.15	2	10	6.56

Anexo 39. *Diseño de mezcla. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019*

*Volumen unitario de agua.*

Asentamiento (1")=25 mm.	Agua en lt/m <sup>3</sup> , para TNM agregados y consistencia indicada							
	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

*Nota.* Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

*Contenido de aire atrapado.*

TNM del Agregado Grueso	% Aire Atrapado
3/8"	3
½"	2,5
¾"	2
1	1,5
1 ½"	1
2"	0,5
3"	0,3
4"	0,2

*Nota.* Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

*Relación agua/cemento por resistencia, para f'cr.*

F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
210	0,68	0,59
250	0,62	0,53
280	0,57	0,48
300	0,55	0,46
<b>350</b>	<b>0,48</b>	0,40
<b>400</b>	<b>0,43</b>	0,34
450	0,38	0,31

*Nota.* Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

*Cuadro de balance de volúmenes*

Materiales	Peso seco (Kg)	Volumen (m3)
Cemento Tipo I	436	0.1385
Agua	205	0.2050
Agregado Fino	-	-
Agregado Grueso	-	-
Aire	2%	0.0200
Balance Volumen		0.3635
Saldo Volumen		0.6365

*Nota.* Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

*Peso del agregado grueso por unidad d volumen del concreto (b/b\_0).*

TMN Tamaño Máx. Nominal del Agregado Grueso	Módulo de Finura del Agregado Fino			
	2.4	2.6	2.8	3.00
3/8"				
9.5 mm.	0,5	0,48	0,46	0,44
1/2"				
12.5 mm.	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"				
19.0 mm.	0,66	0,64	0,62	0,60
1"				
25.0 mm.	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"				
37.5 mm.	0,76	0,74	0,72	0,70
2"				
50.0 mm.	0,78	0,76	0,74	0,72

*Nota.* Recuperado de ACI 211.1.

*Cuadro resumen de volúmenes*

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco (Kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>
<b>Cemento Tipo I</b>	436	0.1385
<b>Agua</b>	205	0.2050
<b>Agregado Fino</b>	755	0.2826
<b>Agregado</b>	966	0.3539
<b>Aire</b>	2%	0.0200
<b>Total</b>	<b>2362</b>	<b>1.0000</b>

*Nota.* Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

*Correcciones por absorción*

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>%absorción</b>	<b>Corrección por % absorción</b>	<b>Peso SSS</b>
<b>Cemento Tipo I</b>	436	0.1385	-	-	<b>436</b>
<b>Agua</b>	205	0.2050	-	-	<b>205</b>
<b>Agregado Fino</b>	755	0.2826	1.20	$755*(1+1.2/100)$	<b>764</b>
<b>Agregado</b>	966	0.3539	1.30	$966*(1+1.3/100)$	<b>979</b>
<b>Aire</b>	2%	0.0200	-	-	<b>2%</b>
<b>Total</b>	<b>2362</b>	<b>1.0000</b>	-	-	<b>2384</b>

*Nota.* Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

*Correcciones por humedad*

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso SSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>%Humedad</b>	<b>Agua de Humedad</b>	<b>Peso Húmedo</b>
<b>Cemento Tipo</b>	436	436	-	-	<b>436</b>
<b>Agua</b>	205	205	-	-	<b>212</b>
<b>Agregado</b>	755	764	1.20	0	<b>765</b>
<b>Agregado</b>	966	979	0.60	-6.76	<b>972</b>
<b>Aire (%2)</b>	-	-	-	-	<b>2%</b>
<b>Total</b>	<b>2362</b>	<b>2384</b>	-	-	<b>2377</b>

*Nota.* Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

*Pesos para un metro cúbico de concreto de 280 kg/cm<sup>2</sup>*

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco (Kg)</b>	<b>Peso SSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Húmedo (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Cemento Tipo I</b>	436	436	436
<b>Agua</b>	205	205	212
<b>Agregado Fino</b>	755	764	765
<b>Agregado</b>	966	979	972
<b>Aire (2%)</b>	-	-	-
<b>Total</b>	<b>2362</b>	<b>2384</b>	<b>2385</b>

*Nota.* Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo 40. Informe de laboratorio Asentamiento del concreto. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019

Muestra	Asentamientos N°:									Asent.	Asent.
	01 (cm)	02 (cm)	03 (cm)	04 (cm)	05 (cm)	06 (cm)	07 (cm)	08 (cm)	09 (cm)	Promedio (cm)	Promedio (in)
Patrón	10.1	9.9	9.6	9.6	9.9	9.6	10.1	10.1	9.9	9.9	4"
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE											
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	9.2	9.1	9.0	9.1	9.1	9.0	9.2	9.2	9.1	9.1	4"
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	8.4	8.5	8.4	8.6	8.5	8.4	8.4	8.6	8.6	8.5	3 1/4"
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	7.8	7.9	7.7	7.9	8.0	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	3"
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos											
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	9.0	8.9	8.8	8.9	8.9	8.8	9	8.9	8.9	8.9	4"
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	8.3	8.5	8.4	8.4	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.4	3 1/4"
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	7.6	7.7	7.6	7.6	7.7	7.5	7.6	7.7	7.7	7.7	3"

NTP 339.035, Medición del asentamiento del concreto por el método de cono de Abrams (ASTM C 143).

Muestra	Temperatura N°:									Temperatura Promedio (°C)
	01 (°C)	02 (°C)	03 (°C)	04 (°C)	05 (°C)	06 (°C)	07 (°C)	08 (°C)	09 (°C)	
Patrón	22.6	25.7	25.5	25.6	25.5	25.7	25.6	25.6	25.5	25.6
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE										
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	25.1	25.0	24.9	24.8	25.2	25.3	24.8	24.7	24.5	24.9
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	23.6	23.7	23.5	23.7	23.8	23.9	23.6	23.5	23.2	23.6
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	22.5	22.6	22.5	22.4	22.8	22.7	22.5	22.4	22.3	22.5
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos										
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	24.5	24.4	24.4	24.6	24.7	24.8	24.4	24.3	24.0	24.5
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	23.5	23.6	23.4	23.9	24.3	24.5	24.2	23.9	23.6	23.9
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	21.8	21.9	22.2	22.3	22.6	22.7	22.4	22.1	21.9	22.2

NTP 339.184, Determina la temperatura de la mezcla de concreto (ASTM C1064).

Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, 15 enero del 2019

  
 Coordinador de Laboratorio  
 Carrera de Ingeniería Civil

Anexo 41. Informe de laboratorio Resistencia a la compresión del concreto, página 1. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019

Muestra	Curado	Especimen	Dimensiones		Tipo de falla	Carga (kg)	Resistencia compresión Fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
			Diámetro (cm)	Área (cm)				
NTP 339.034, Resistencia a la compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C39)								
PATRÓN	7 Días	P-1	15.1	179.08	5	42376	236.63	237
		p-2	15.1	179.08	5	43105	240.70	
		p-3	15.1	179.08	5	41977	234.40	
	28 Días	P-4	15.1	179.08	5	64204	358.52	356
		P-5	15.1	179.08	4	63571	354.99	
		P-6	15.1	179.08	5	63857	353.79	
Aplicación de dosificación con Sika®berPE								
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>30.07</sub> -1	15	176.71	5	47407	268.28	268
		P <sub>30.07</sub> -2	15	176.71	5	47477	268.67	
		P <sub>30.07</sub> -3	15	176.71	5	47315	267.76	
	28 Días	P <sub>30.07</sub> -4	15	176.71	5	63954	361.92	363
		P <sub>30.07</sub> -5	15	176.71	5	64068	362.56	
		P <sub>30.07</sub> -6	15	176.71	5	64353	364.17	
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>30.07</sub> -1	15	176.71	5	49170	278.25	278
		P <sub>30.07</sub> -2	15	176.71	4	49303	279.01	
		P <sub>30.07</sub> -3	15	176.71	5	48980	277.18	
	28 Días	P <sub>30.07</sub> -4	15	176.71	5	65587	371.16	371
		P <sub>30.07</sub> -5	15	176.71	5	65378	369.97	
		P <sub>30.07</sub> -6	15	176.71	5	65945	373.18	
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>30.07</sub> -1	15	176.71	4	50336	284.85	287
		P <sub>30.07</sub> -2	15	176.71	5	51937	293.91	
		P <sub>30.07</sub> -3	15	176.71	5	49905	282.41	
	28 Días	P <sub>30.07</sub> -4	15	176.71	5	67312	380.92	384
		P <sub>30.07</sub> -5	15	176.71	4	68234	386.14	
		P <sub>30.07</sub> -6	15	176.71	5	67770	383.51	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco					Trujillo, 15 enero del 2019			
					 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil			

Anexo 42. Informe de laboratorio Resistencia a la compresión del concreto, página 2. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NOROCCIDENTE		LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA		Trujillo - Perú		
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos								
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	PZ03-1	15	176.71	5	46634	263.90	262
		PZ03-2	15	176.71	5	46208	261.49	
		PZ03-3	15	176.71	5	46174	261.30	
	28 Días	PZ03-4	15	176.71	4	63296	358.19	357
		PZ03-5	15	176.71	5	63124	357.22	
		PZ03-6	15	176.71	5	62941	356.18	
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	PZ05-1	15.1	179.08	5	47900	267.48	266
		PZ05-2	15.1	179.08	5	47978	267.91	
		PZ05-3	15.2	181.46	5	47749	263.14	
	28 Días	PZ05-4	15	176.71	5	67336	381.05	382
		PZ05-5	15	176.71	5	67873	384.09	
		PZ05-6	15	176.71	5	67237	380.49	
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	PZ07-1	15	176.71	5	48399	273.89	273
		PZ07-2	15	176.71	5	48672	275.43	
		PZ07-3	15.1	179.08	4	48523	270.96	
	28 Días	PZ07-4	15	176.71	5	67993	384.77	385
		PZ07-5	15	176.71	5	68341	386.74	
		PZ07-6	15	176.71	5	67724	383.25	
NTP 339.084, Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto (ASTM C496).								
Muestra	Curado	Especimen	Dimensiones		Carga (kg)	Resistencia tracción F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	
			Diámetro (cm)	Longitud (cm)				
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE								
PATRÓN	7 Días	P-1	15.2	30.48	12831	17.63	17.9	
		p-2	15.1	30.48	12937	17.89		
		p-3	15.1	30.48	13246	18.32		
	28 Días	P-4	15.0	30.48	14176	19.74	19.7	
		P-5	15.1	30.48	14375	19.88		
		P-6	15.0	30.48	13956	19.43		
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco				Trujillo, 15 enero del 2019				
						 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil		

Anexo 43. Informe de laboratorio Resistencia a la Flexión del concreto, página  
1. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019

UNIVERSIDAD PRINCIPAL DEL NOROCCIDENTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú						
NTP 339.059, Resistencia a flexión del concreto (ASTM C42).								
Muestra	Curado	Especímen	Dimensiones			Carga (Kg)	Resistencia tracción F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
			Alto (mm)	Ancho (mm)	Luz libre (mm)			
Patrón	7 Días	P-1	15.2	15.2	45.0	2063	39.65	40.7
		P-2	15.0	15.0	45.0	2154	43.08	
		P-3	15.2	15.1	45.0	2048	39.89	
		P-4	15.2	15.1	45.0	2078	40.47	
		P-5	15.1	15.1	45.0	2096	41.09	
		P-6	15.1	15.1	45.0	2038	39.96	
	28 Días	P-7	15.1	15.3	45.0	2503	47.80	48.3
		P-8	15.1	15.2	45.0	2478	47.94	
		P-9	15.2	15.1	45.0	2489	48.48	
		P-10	15.2	15.2	45.0	2554	49.09	
		P-11	15.1	15.2	45.0	2547	49.28	
		P-12	15.3	15.1	45.0	2452	47.44	
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE								
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>SikaF</sub> -1	15.2	15.1	45.0	2157	42.01	41.4
		P <sub>SikaF</sub> -2	15.1	15.0	45.0	2099	41.70	
		P <sub>SikaF</sub> -3	15.0	15.1	45.0	2075	40.95	
		P <sub>SikaF</sub> -4	15.1	15.2	45.0	2139	41.39	
		P <sub>SikaF</sub> -5	15.2	15.1	45.0	2125	41.39	
		P <sub>SikaF</sub> -6	15.0	15.1	45.0	2087	41.19	
	28 Días	P <sub>SikaF</sub> -7	15.3	15.1	45.0	2576	49.84	50.2
		P <sub>SikaF</sub> -8	15.2	15.1	45.0	2549	49.65	
		P <sub>SikaF</sub> -9	15.2	15.0	45.0	2568	50.68	
		P <sub>SikaF</sub> -10	15.2	15.1	45.0	2577	50.19	
		P <sub>SikaF</sub> -11	15.1	15.2	45.0	2596	50.23	
		P <sub>SikaF</sub> -12	15.0	15.2	45.0	2585	50.35	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco								
Trujillo, 15 enero del 2019								
 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil								

Anexo 44. Informe de laboratorio Resistencia a la Flexión del concreto, página 2. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú						
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>50.57</sub> -1	15.2	15.2	45.0	2228	42.82	42.1
		P <sub>50.57</sub> -2	15.1	15.2	45.0	2202	42.60	
		P <sub>50.57</sub> -3	15.1	15.3	45.0	2162	41.29	
		P <sub>50.57</sub> -4	15.1	15.2	45.0	2208	42.72	
		P <sub>50.57</sub> -5	15.2	15.3	45.0	2212	41.96	
		P <sub>50.57</sub> -6	15.2	15.3	45.0	2180	41.36	
	28 Días	P <sub>50.57</sub> -7	15.4	15.3	45.0	2987	55.93	57
		P <sub>50.57</sub> -8	15.3	15.4	45.0	3085	57.39	
		P <sub>50.57</sub> -9	15.3	15.2	45.0	2950	56.33	
		P <sub>50.57</sub> -10	15.2	15.2	45.0	2958	56.86	
		P <sub>50.57</sub> -11	15.2	15.3	45.0	3045	57.76	
		P <sub>50.57</sub> -12	15.3	15.2	45.0	3020	57.67	
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>50.77</sub> -1	15.1	15.0	45.0	2548	50.62	50.8
		P <sub>50.77</sub> -2	15.1	15.1	45.0	2645	51.86	
		P <sub>50.77</sub> -3	15.2	15.0	45.0	2558	50.49	
		P <sub>50.77</sub> -4	15.0	15.0	45.0	2476	49.52	
		P <sub>50.77</sub> -5	15.1	15.2	45.0	2678	51.81	
		P <sub>50.77</sub> -6	15.2	15.1	45.0	2588	50.40	
	28 Días	P <sub>50.77</sub> -7	15.3	15.0	45.0	3037	59.55	60.7
		P <sub>50.77</sub> -8	15.3	15.1	45.0	3158	61.10	
		P <sub>50.77</sub> -9	15.0	15.0	45.0	3142	62.84	
		P <sub>50.77</sub> -10	15.2	15.1	45.0	3135	61.06	
		P <sub>50.77</sub> -11	15.2	15.0	45.0	3056	60.32	
		P <sub>50.77</sub> -12	15.1	15.2	45.0	3064	59.28	
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos								
0.3 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>50.37</sub> -1	15.1	15.1	45.0	2183	42.80	42.6
		P <sub>50.37</sub> -2	15.2	15.1	45.0	2149	41.85	
		P <sub>50.37</sub> -3	15.1	15.0	45.0	2204	43.79	
		P <sub>50.37</sub> -4	15.0	15.1	45.0	2156	42.55	
		P <sub>50.37</sub> -5	15.1	15.2	45.0	2186	42.30	
		P <sub>50.37</sub> -6	15.3	15.2	45.0	2213	42.26	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco <span style="float: right;">Trujillo, 15 enero del 2019</span>								
 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil								

Anexo 45. Informe de laboratorio Resistencia a la Flexión del concreto, página 3. Silupu Hussein y Saldaña Jhonnatan, 2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú						
	28 Días	P <sub>28.21</sub> -7	15.3	15.4	45.0	2549	47.42	50.1
		P <sub>28.21</sub> -8	15.3	15.1	45.0	2645	51.18	
		P <sub>28.21</sub> -9	15.0	15.2	45.0	2584	50.33	
		P <sub>28.21</sub> -10	15.2	15.1	45.0	2622	51.07	
		P <sub>28.21</sub> -11	15.1	15.2	45.0	2545	49.24	
		P <sub>28.21</sub> -12	15.2	15.2	45.0	2667	51.26	
0.5 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>28.51</sub> -1	15.1	15.3	45.0	2528	48.27	48.9
		P <sub>28.51</sub> -2	15.1	15.3	45.0	2517	48.06	
		P <sub>28.51</sub> -3	15.1	15.2	45.0	2628	50.85	
		P <sub>28.51</sub> -4	15.2	15.2	45.0	2612	50.20	
		P <sub>28.51</sub> -5	15.1	15.3	45.0	2474	47.24	
		P <sub>28.51</sub> -6	15.1	15.3	45.0	2553	48.75	
	28 Días	P <sub>28.51</sub> -7	15.3	15.2	45.0	2824	53.92	52.9
		P <sub>28.51</sub> -8	15.2	15.1	45.0	2635	51.32	
		P <sub>28.51</sub> -9	15.4	15.2	45.0	2748	52.13	
		P <sub>28.51</sub> -10	15.3	15.1	45.0	2761	53.42	
		P <sub>28.51</sub> -11	15.1	15.0	45.0	2694	53.52	
		P <sub>28.51</sub> -12	15.2	15.1	45.0	2736	53.29	
0.7 Kg/m <sup>3</sup>	7 Días	P <sub>28.71</sub> -1	15.1	15.0	45.0	2552	50.70	50.3
		P <sub>28.71</sub> -2	15.2	15.0	45.0	2536	50.05	
		P <sub>28.71</sub> -3	15.1	15.0	45.0	2510	49.87	
		P <sub>28.71</sub> -4	15.0	15.1	45.0	2542	50.37	
		P <sub>28.71</sub> -5	15.1	15.2	45.0	2565	49.63	
		P <sub>28.71</sub> -6	15.0	15.2	45.0	2645	51.52	
	28 Días	P <sub>28.71</sub> -7	15.5	15.0	45.0	2979	57.66	57.8
		P <sub>28.71</sub> -8	15.4	15.1	45.0	3026	58.17	
		P <sub>28.71</sub> -9	15.3	15.0	45.0	2945	57.75	
		P <sub>28.71</sub> -10	15.3	15.2	45.0	3005	57.38	
		P <sub>28.71</sub> -11	15.2	15.2	45.0	3015	57.95	
		P <sub>28.71</sub> -12	15.3	15.1	45.0	2997	57.99	

Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, 15 enero del 2019



Coordinador de Laboratorio  
Cámara de Ingeniería Civil