



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017.

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Baldeon Alayo ,Jerry Frances

**ASESOR:**

Mg. Delgado Ramírez Felix

**LINEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERU**

**2017**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Baldeon Alayo Jerry Frances,

cuyo título es:

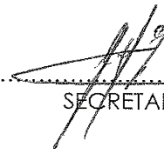
**“Mejoramiento Funcional En Las Propiedades Del Concreto Hidráulico Incorporando Fibras De Polipropileno Al Pavimento Rígido, Comas- El Correo, 2017”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 12 (número) Doce (letras).

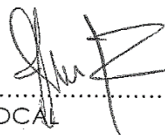
Lima 09 de Diciembre del 2017.



.....  
PRESIDENTE



.....  
SECRETARIO



.....  
VOCAL

|         |                            |        |   |        |           |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

## DEDICATORIA

A mis Padres;

Por todo el apoyo y sacrificio brindado en toda esta etapa de mi vida, quiero agradecerles y que sientan que el objetivo logrado también es de ellos, con gratitud, emoción y respeto hoy infinitamente le agradezco por todo el apoyo que me han brindado para poder subir este escalón, que será el inicio de mi profesión;  
Gracias por todo y por ser mis padres.

A mis Hermanos;

Adrian Jordy y tom por el apoyo incondicional brindado a lo largo de toda esta etapa de mi vida.

A mi Novia

Por la motivación, empuje y consejos brindados ya que siempre estuvo pendiente de mi avance profesional.

Baldeon ALayo Jerry Frances

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme y cuidarme durante todo este camino, dándome sabiduría y bendición para vencer los obstáculos y dificultades a lo largo mi vida.

A mis Padres, que con su demostración ejemplar me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus consejos y haber estado en los momentos más difíciles, aún queda mucho por recorrer pero lo que hasta ahora he logrado es por ustedes y para ustedes.

A mi asesor, por ser fuente de motivación e inspiración, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización y culminación de la Tesis.

A mi alma mater, La Universidad Privada Cesar Vallejo, de la cual nos volvimos miembros y nos proporcionó las herramientas necesarias para desenvolvemos profesionalmente.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, se presenta ante ustedes la Tesina titulada: “MEJORAMIENTO FUNCIONAL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO AL PAVIMENTO RIGIDO, COMAS - EL CORREO, 2017” con la finalidad de determinar un mejoramiento funcional con la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto. Los resultados que se han obtenido durante el proceso de investigación representan, parte de un modesto esfuerzo, evidencias donde se han verificado que la fibra de polipropileno influye altamente en su resistencia de tal manera que lo hace un concreto más rígido.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

# INDICE

## I: INTRODUCCIÓN

|         |                                    |    |
|---------|------------------------------------|----|
| 1.1.    | Realidad Problemática .....        | 1  |
| 1.2.    | Trabajos Previos .....             | 3  |
| 1.2.1.  | internacionales .....              | 3  |
| 1.2.2.  | Nacionales .....                   | 4  |
| 1.3.    | Teorías Relacionadas al Tema.....  | 5  |
| 1.3.1   | Pavimentos .....                   | 5  |
| 1.3.2   | Tipología .....                    | 7  |
| 1.3.3   | Transferencia de Cargas.....       | 9  |
| 1.3.4   | Resistencia a la Ruptura .....     | 13 |
| 1.3.5   | Funciones de base y Sub base ..... | 14 |
| 1.3.6   | Cemento .....                      | 16 |
| 1.3.6.1 | Tipos de Cemento.....              | 17 |
| 1.3.7   | Agregados.....                     | 19 |
| 1.3.8   | Fibras.....                        | 22 |
| 1.3.9   | Fibras de Polipropileno.....       | 22 |
| 1.3.10  | Uso del Producto Sikafiber .....   | 24 |
| 1.3.11  | Concreto .....                     | 29 |
| 1.4     | Formulación de Problema .....      | 31 |
| 1.4.1   | Problema General .....             | 31 |
| 1.4.2   | Problema Especifico .....          | 31 |
| 1.5     | Justificación del Estudio .....    | 32 |
| 1.6     | Objetivos .....                    | 33 |
| 1.6.1   | Problema General .....             | 33 |
| 1.6.2   | Problema Especifico .....          | 33 |
| 1.7     | Hipótesis .....                    | 34 |
| 1.6.1   | Hipótesis General.....             | 34 |
| 1.6.2   | Hipótesis Especifico .....         | 34 |

## **II: METODO**

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.1.   | Diseño de Investigación .....                        | 35 |
| 2.1.1. | Tipos de Investigación.....                          | 35 |
| 2.1.2. | Nivel de investigación .....                         | 35 |
| 2.1.3. | Enfoque de la Investigación.....                     | 36 |
| 2.2.   | Variables .....                                      | 36 |
| 2.2.1. | Variable Dependiente .....                           | 36 |
| 2.2.2. | Variable Independiente.....                          | 36 |
| 2.3.   | Población y Muestra .....                            | 37 |
| 2.3.1. | Población .....                                      | 37 |
| 2.3.2. | Muestra. ....  | 38 |
| 2.4.   | Técnica y instrumentos de recolección de datos ..... | 38 |
| 2.4.1. | Validez .....  | 38 |
| 2.4.2. | Confiabilidad.....                                   | 38 |
| 2.5.   | Método de Análisis de datos.....                     | 39 |

## **III: RESULTADOS**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Fabricacion de las muestras en Laboratorio..... | 40 |
| 3.2   | Ensayo de Laboratorio-Compresión .....          | 46 |
| 3.3   | Resultados de Laboratorio .....                 | 50 |
| 3.3.1 | Ensayo de Compresión.....                       | 50 |
| 3.3.2 | Ensayo a Flexión.....                           | 60 |

## **IV: DISCUSIÓN .....**

## **V: CONCLUSIONES .....**

## **VI: RECOMENDACIONES .....**

## **VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....**

## **VIII:ANEXOS.....**

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Transmisión de cargas en un Pavimento Rígido.....  | 6  |
| Figura 2. Estructura de un Pavimento Flexible .....   | 7  |
| Figura 3 Estructura de un Pavimento Rígido.....   | 8  |
| Figura 4. Transferencia de Carga .....  | 10 |
| Figura 5. Tipos de Losas Reforzadas -Juntas.....  | 10 |
| Figura 6. Configuraciones de carga en un Pavimento .....  | 15 |
| Figura 7. Composición del concreto .....  | 30 |
| Figura 8. Ubicación de la Población.....  | 38 |
| Figura 9. Herramientas para elaboración de moldes .....   | 42 |
| Figura 10. Herramientas para elaboración de moldes.....   | 42 |
| Figura 11. Varilla Compactadora.....  | 43 |
| Figura 12. Martillo de caucho .....   | 43 |
| Figura 13. Equipos Utilizados.....  | 44 |
| Figura 14. Curado de Muestras.....  | 46 |
| Figura 15. Medición de muestras .....   | 47 |
| Figura 16. Medición de muestras .....   | 47 |
| Figura 17. Equipo de Laboratorio.....   | 48 |
| Figura 18 Ensayo en vigas simplemente apoyadas con cargas a los<br>tercios .....                              | 49 |
| Figura 19. Ensayo de resistencia a la flexión en vigas simplemente<br>apoyadas con cargas a los tercios ..... | 50 |



## INDICE DE GRAFICOS

|  |    |
|--|----|
| Grafico 01. Resistencia a la compresión en probetas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....  | 50 |
| Grafico 02. Resistencia a la compresión en probetas con un 50% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....  | 51 |
| Grafico 03. Resistencia a la compresión en probetas con un 75% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....  | 52 |
| Grafico 04. Resistencia a la compresión en probetas con un 100% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....   | 53 |
| Grafico 05. Cuadro comparativo de las Resistencia a la compresión optimas sin y con la incorporación de fibras de polipropileno en un 50% ,75% y 100% en un tiempo de 7 días.....  | 54 |
| Grafico 06. Resistencia a la compresión en probetas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días .....   | 55 |
| Grafico 07. Resistencia a la compresión en probetas con un 50% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días .....   | 56 |
| Grafico 08. Resistencia a la compresión en probetas con un 75% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días .....   | 57 |
| Grafico 09. Resistencia a la compresión en probetas con un 100% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días .....  | 58 |
| Grafico 10. Cuadro comparativo de las Resistencia a la compresión optimas sin y con la incorporación de fibras de polipropileno en un 50% ,75% y 100% en un tiempo de 28 días..... | 59 |
| Grafico 11. Cuadro comparativo de las resistencias a flexión optimas con y sin la incorporación de fibra de polipropileno en un tiempo de 7 días.....                              | 61 |
| Grafico 12. Cuadro comparativo de las resistencias a flexión optimas con y sin la incorporación de fibra de polipropileno en un tiempo de 28 días.....                             | 63 |

## INDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 01: Comparación entre pavimento flexible y rígido .....  | .9  |
| Tabla 02: Modulo de rotura optimo .....  | .13 |
| Tabla 03: Propiedades físicas del cemento.....   | .16 |
| Tabla 04: Propiedades químicas del cemento .....   | .17 |
| Tabla 05: Límite permisible máximo del agua .....  | .21 |
| Tabla 06: Propiedades de la fibra de polipropileno .....   | .25 |
| Tabla 07: Resistencia esperada sin la incorporación de fibras de polipropileno.....                                  | .44 |
| Tabla 08: : Resistencia esperada con la incorporación de fibras de polipropileno.....                                | .44 |
| Tabla 09: Resultados óptimos de ensayos a compresión sin la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días ..... | .50 |
| Tabla 10. Resultados óptimos en probetas con un 50% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....   | 51  |
| Tabla 11. Resultados óptimos en probetas con un 75% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....   | 52  |
| Tabla 12. Resultados óptimos en probetas con un 100% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....  | 53  |
| Tabla 13. Resultados óptimos en probetas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días .....            | 55  |
| Tabla 14 Resultados óptimos en probetas con un 50% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días .....   | 56  |
| Tabla 15. Resultados óptimos en probetas con un 75% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días .....  | 57  |
| Tabla 16. Resultados óptimos en probetas con un 100% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días ..... | 58  |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 17. Resultados óptimos del ensayo de flexión en probetas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....  | 60 |
| Tabla 18. Resultados óptimos del ensayo de flexión en probetas con la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días .....  | 60 |
| Tabla 19. Resultados óptimos del ensayo de flexión en probetas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días ..... | 62 |
| Tabla 20. Resultados óptimos del ensayo de flexión en probetas con la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días.....  | 62 |

## RESUMEN

El siguiente estudio de investigación tiene como objetivo mejorar las propiedades del concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos, dado que por el tipo de suelo que se presenta en esa zona y por las cargas que serán transmitidas en estas, es importante diseñar un concreto óptimo que nos ayude a obtener un mejor comportamiento del pavimento rígido.

Se realizarán todos los ensayos requeridos por ende se elaborará un concreto con una resistencia de diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, además de cuatro porciones de mezclas con la misma resistencia, en donde se adicionará en porcentajes de 50%, 75%, 100%, de fibra y se hará una comparación de estas. Luego se efectuarán testigos de concreto que serán ensayados en el caso de las probetas, a compresión y en el caso de las vigas, a flexión; basados en las normas ASTM, MTC, NTP. Todos estos ensayos servirán para determinar la calidad del concreto hidráulico.

## **ABSTRACT**

The following research study aims to improve the properties of hydraulic concrete with the incorporation of polypropylene fibers in rigid pavements, given that the type of soil that occurs in that area and the loads that will be transmitted in these, is important design an optimal concrete that helps us obtain a better behavior of the rigid pavement.

All the required tests will be carried out, therefore a concrete with a design strength of 280 kg / cm<sup>2</sup> will be elaborated, in addition to four portions of mixtures with the same resistance, where it will be added in percentages of 75%, 100 fiber and a comparison of these will be made. Then, concrete witnesses will be made, which will be tested in the case of the specimens, in compression and in the case of beams, bending; based on the ASTM, MTC, NTP standards. All these tests will be used to determine the quality of the hydraulic concrete

## I. Introducción

### 1.1 Realidad Problemática

Cuando hablamos de pavimentos siempre vamos a resaltar y encontrar los flexibles y rígidos, ya que estos tienen funciones de uso establecidos para cada uno de ellos. En el caso de los pavimentos flexibles podemos decir que presentan su estructura común conformado por la sub-rasante, una capa sub-base, una capa base y una carpeta asfáltica de rodamiento, pero también existen pavimentos rígidos, aunque en su minoría, también conformado en su estructura común; por una sub-rasante, una capa sub-base, una capa base y una capa de concreto; debido a su alto costo para su ejecución y a un extensivo proceso constructivo, son los pavimentos menos usados en el país y en nuestra localidad, su construcción es recomendado para zonas de alto tránsito vehicular, y donde transitan vehículos pesados, brindando una mayor vida útil que los pavimentos flexibles, ya que también se requiere de un mantenimiento menos en su estructura

Por lo tanto en el Perú el pavimento rígido relacionada con el área de la construcción sabe que el concreto por naturaleza tiende a agrietarse, los efectos de este fenómeno pueden ser desde pequeñas molestias hasta convertirse en toda una tragedia.

El concreto se elabora en estado plástico, lo que concibe a una gran ventaja de ser moldeable, pero al mismo tiempo exige ciertas limitaciones.

Para poder hallar una solución al inconveniente de agrietamiento del concreto es preciso tratar cuáles son las causas que lo provocan, ya que el agrietamiento puede producirse en el concreto en estado plástico y/o en el concreto endurecido. En general, los elementos de concreto reforzado sujetos a cargas de trabajo generalmente se encuentran agrietados en las zonas en que actúan esfuerzos de tensión.

Por eso es importante estudiar el comportamiento del Concreto hidráulico alterando su composición principal; incorporando un nuevo material a la mezcla que es la fibra de polipropileno, con el propósito de mejorar sus propiedades y reducir el agrietamiento del concreto con fines de pavimentación, obteniendo como base antecedentes, y así tener resultados basados en cuadros comparativos que muestren el procedimiento de la mezcla del concreto correspondiente a varias dosificaciones de fibra de polipropileno.

## 1.2 Trabajos Previos

### 1.2.1 Internacionales

**(Camargo, N. & Higuera, C. 2015) Artículo: “Concreto Hidráulico Modificado con Sílice obtenida de la Cascarilla del Arroz”**, Ciencia e Ingeniería Neogranadina (CO). El cual fijo como objetivo: analiza el comportamiento mecánico, físico y químico de una mezcla de concreto hidráulico modificado con sílice obtenida por la incineración de cascarilla de arroz. El cual registro con sustitución del 5% presentaron un comportamiento mecánico superior a las muestras patrón en los ensayos de resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, por lo tanto se evidencia el aporte en la resistencia de la ceniza de cascarilla del arroz, sin embargo para los porcentajes de sustitución del 15% y 30% se genera una pérdida significativa de resistencia y no pueden ser usados para la fabricación de concreto hidráulico para pavimento rígido.

**(JARQUÍN, K. y FAJARDO, H. 2017) La tesis titulada: “Mejoramiento Vial De 910 Metros Lineales con Concreto Hidráulico de la Calle Central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento De Rivas”**, para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, en la ciudad de Managua (NI). El cual fijo como objetivo: La duración de un concreto hidráulico permeable es muy superior a la de un pavimento de asfalto o adoquín, su mantenimiento es casi nulo y su aspecto es muy agradable. Esto hace que una inversión que de entrada se sabe superior en el tiempo sea inferior ya que el mantenimiento del asfalto es carísimo y constante y su duración es muy corta. Por otro lado, está el hecho del beneficio real que se logra para el medio ambiente al usar concreto hidráulico permeables por la importante cantidad de agua que se infiltra al subsuelo. Por otro lado, se elimina casi el 60% de la inversión en drenajes pluviales debido al descenso en el volumen de agua que llega a este, lo que también es un ahorro.



### 1.2.2. Nacionales

**Valero Jhoner (2015)**, en su tesis titulada: "**Influencia De Las Fibras De Polipropileno En La Fisuración Asociadas A La Retracción Plástica En Pavimentos De Concreto, Huancayo 2014**", concluye lo siguiente: El empleo de fibras de polipropileno en las mezclas de concreto modifica su consistencia medida a través del asentamiento con el cono de Abrams, existe una reducción del 10% (de 1/2") con la dosis mínima (del orden de 400 g/m<sup>3</sup>) para ambos tamaños de fibra. Esto hace que influya en la trabajabilidad del concreto al momento de su colocación.

**Villanueva Edison(2015)**, en su tesis titulada: "**Estudio De La Influencia De Fibras De Polipropileno Provenientes De Plásticos Reciclados En Concretos De F'c=210 Kg/Cm<sup>2</sup> En El Distrito De Lircay, Provincia De Angaraes, Región Huancavelica**", para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Huancavelica , concluye lo siguiente: "De acuerdo a los especímenes, ensayados en el laboratorio, se pudo observar que las mezclas, fibra reforzadas, al someterlas a cargas externas, las fibras ayudaron a controlar las fisuras y grietas"

**(Becerra, M. 2013)** El libro: "**Tópicos de Pavimentos de Concreto**", Flujo Libre S.A.C.; en el departamento de lima – Perú, concluye lo siguiente: El pavimento de concreto es reconocido por su larga durabilidad y resistencia, llegando a tener costos de mantenimiento mucho menores que lo incurridos en la alternativa equivalente de pavimento asfáltico, no solo por los trabajos involucrados para realizar el mantenimiento de cada tipo de pavimento, sino también, por las menores frecuencias de paralización, que impactan socialmente a la población. Adicionalmente, por su naturaleza rígida, el pavimento de concreto requiere por lo general solo una capa de material granular como sub base, por lo que hay ahorros adicionales en costos de materiales y tiempos de trabajo.

## **1.3 Teorías Relacionadas al Tema**

### **1.3.1 Pavimento**

El pavimento es el acabado de una calle, carretera y pista de aterrizaje, por tanto, realizada la explanación, no está aún terminada la vía y para que el tráfico pueda utilizarla es preciso construir el pavimento necesario y suficiente a fin de que los vehículos puedan circular en todo tiempo, en condiciones de comodidad, economía y seguridad. El Pavimento que se construya deberá ser el preciso para que, teniendo en cuenta la naturaleza y la Resistencia del suelo del terreno de fundación, lleguen a cargas que puede resistir sin que la deformación exceda de lo admisible. La capa superior del pavimento debe, a su vez, ser capaz de resistir la acción directa de las cargas que reciba y de los agentes atmosféricos. Cada tipo de suelo y cada tipo de tráfico exigirá características y dimensiones mínimas para el pavimento

La preocupación de construir pavimentos de suficiente resistencia aparece desde la más remota antigüedad, las calles enlosadas de Babilonia y Roma son vestigios de una vieja técnica, fundada en principios similares a los actuales. La aparición del vehículo y de la aeronave impusieron, imperiosamente, condiciones especiales no solo de resistencia del pavimento, sino también de continuidad y reducido desgaste de su superficie, para evitar el polvo. La técnica moderna dispone de un gran número de pavimentos de variadas condiciones de resistencia y costo; es posible elegir, en cada caso, según las condiciones del terreno de fundación, con el preciso para el tráfico que la vía ha de soportar.

- **Definición**

Es la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendida(s) entre el nivel superior de la sub rasante y la superficie de rodamiento, cuya principal función es de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a la subrasante los esfuerzos producidos por las cargas del tráfico.

La estructura del pavimento debería ser capaz de proveer:

- Una calidad de manejo aceptable
- Una adecuada resistencia al ahuellamiento, deslizamiento y agrietamiento.
- Apropriados niveles de reflejo de luz y un nivel bajo de ruido.

El propósito de la estructura es transferir las cargas de la llanta de tal modo este no se exceda la capacidad portante de la subrasante

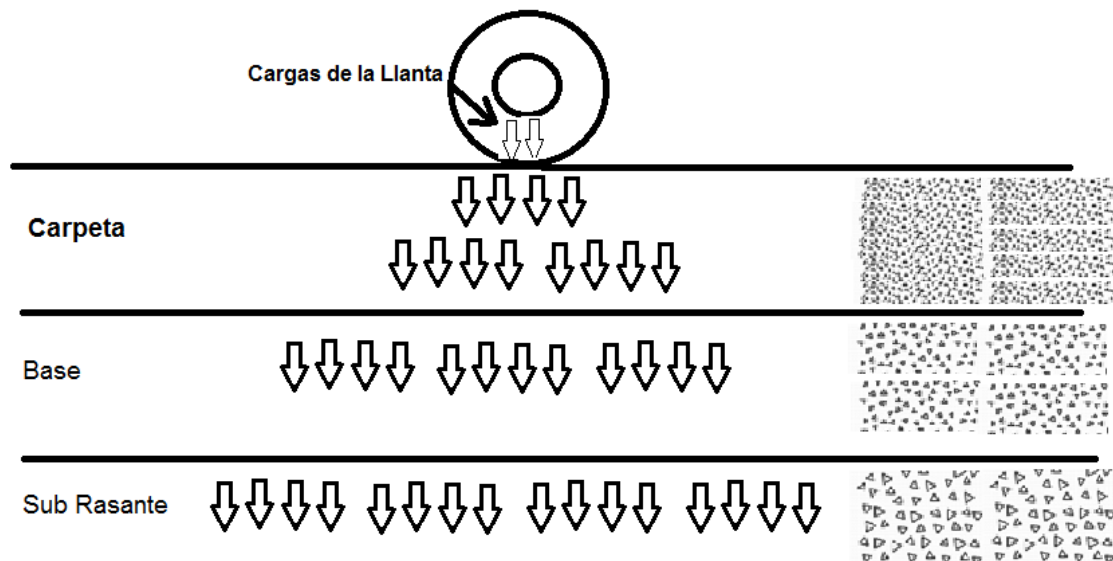


Figura N°1 Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.2 TIPOLOGIA

- **Pavimento flexibles**

Su estructura este formada por una o más capas de materiales, disponiéndose una cepa de mezcla de áridos y material bituminoso, colocados sobre materiales granulares de alta calidad.

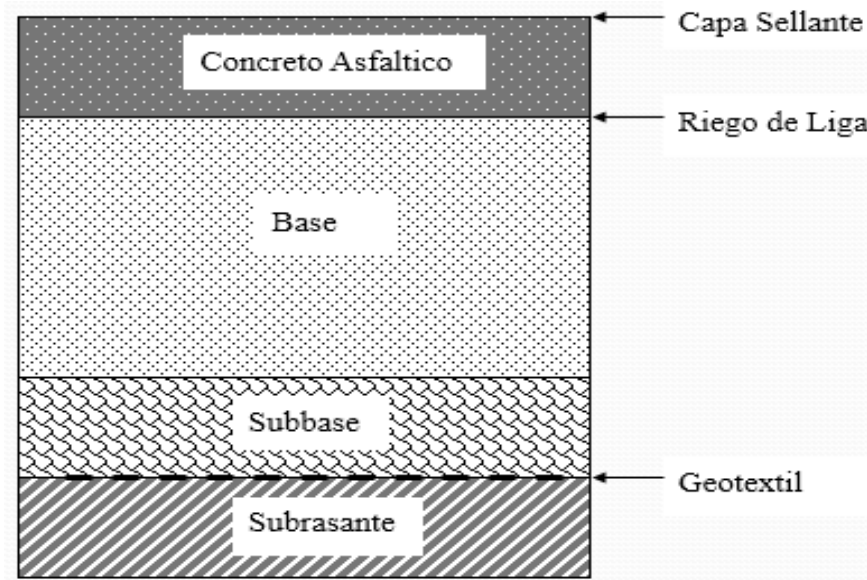


Figura N°2 Fuente: Introducción a la Ingeniería de Pavimentos,  
Ing. Andrés Sotil Ch.

- **Pavimentos rígidos**

Son los que están constituidos por losas de concreto de cemento Portland. Como la losa es la que absorbe los esfuerzos transmitidos por las cargas, muchas veces solo es necesario un terreno uniforme que reúna requisitos de una sub-base.

1. La capa de rodadura de concreto de cemento Portland (PCC) puede ser:
  - Normal o convencional.
  - Reforzado (acero).

2. La Sub-base puede constar con:
  - Estabilizada con cemento o asfalto
  - No estabilizada
3. Subrasante compactada y natural

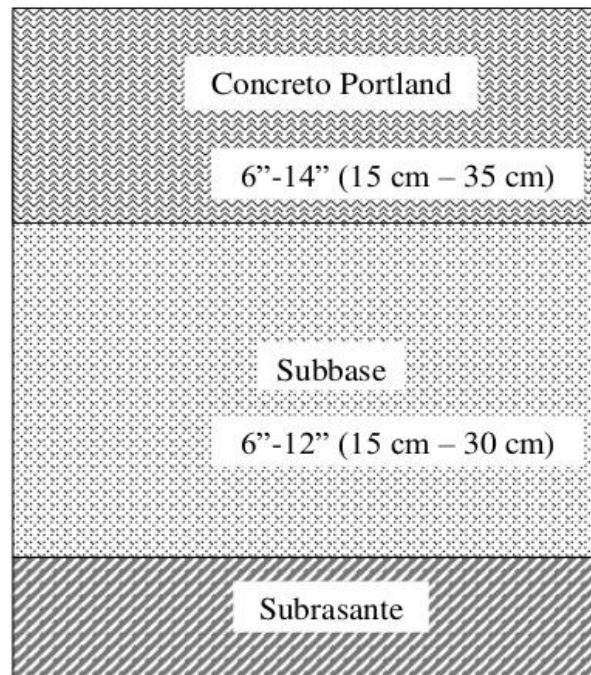


Figura N°3 Fuente: Introducción a la Ingeniería de Pavimentos,  
Ing. Andrés Sotil Ch.

- **Pavimentos mixtos**

Son estructuras que resultan de la combinación de los dos anteriores. Se puede emplearlos tanto horizontal como verticalmente. Se ejecutan como resultado de estudios para rehabilitar y reconstruir pavimentos existentes; donde se necesita refuerzo tanto de pavimentos flexibles como rígidos.

- **Comparación entre un pavimento flexible y rígido**

| <b>FLEXIBLE</b>   | <b>RÍGIDO</b>   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida Estimada de Servicio entre 10 a 20 años</li> <li>• Costos iniciales bajos</li> <li>• Requiere mantenimiento continuo</li> <li>• Reparación fácil pero continua si no se hace mantenimiento</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida Estimada de Servicio entre 20 a 30 años (en Lima hasta 50)</li> <li>• Costos iniciales altos</li> <li>• Requiere mantenimiento continuo pero mínimo (primordialmente las juntas)</li> <li>• Reparación difícil pero esporádica</li> </ul> |

Tabla 01: Comparación entre pavimento flexible y rígido

### 1.3.3 Transferencia De Carga

- **Pavimentos Rígidos**

Las cargas de la llanta son transmitidas a la subrasante por la fuerza estructural del pavimento como conjunto que actúa como un plato rígido.

Estos pavimentos tienen suficiente fuerza de flexión para transmitir la carga de la llanta a un área más amplia en la capa inferior.

El análisis se hace usando la teoría de placas en vez de la teoría de capas usada en los pavimentos flexibles

La carga de la llanta se transmite por la capacidad de doblarse de la losa

- **Tipos de pavimentos rígidos.**

A continuación se mostraran los tipos de pavimentos rígidos

- Losas de Concreto Simple (JPCP)

Pavimentos construidos con concreto simple y con juntas de contracción espaciadas de manera continua (5 a 10 metros)

Barras de refuerzo o mecanismos de agarre son usados para transferir la carga de una capa a otra.

- Losas de Concreto Reforzado (JRCP)

Las losas son reforzadas con barras de acero, que aunque no aumentan la capacidad portante de la losa, aumenta el espaciamiento de las juntas de 10 m a 30 m. Pavimento Continuamente Reforzado (CRCP)

Proceso mecanizado en la cual se elimina las juntas de contracción

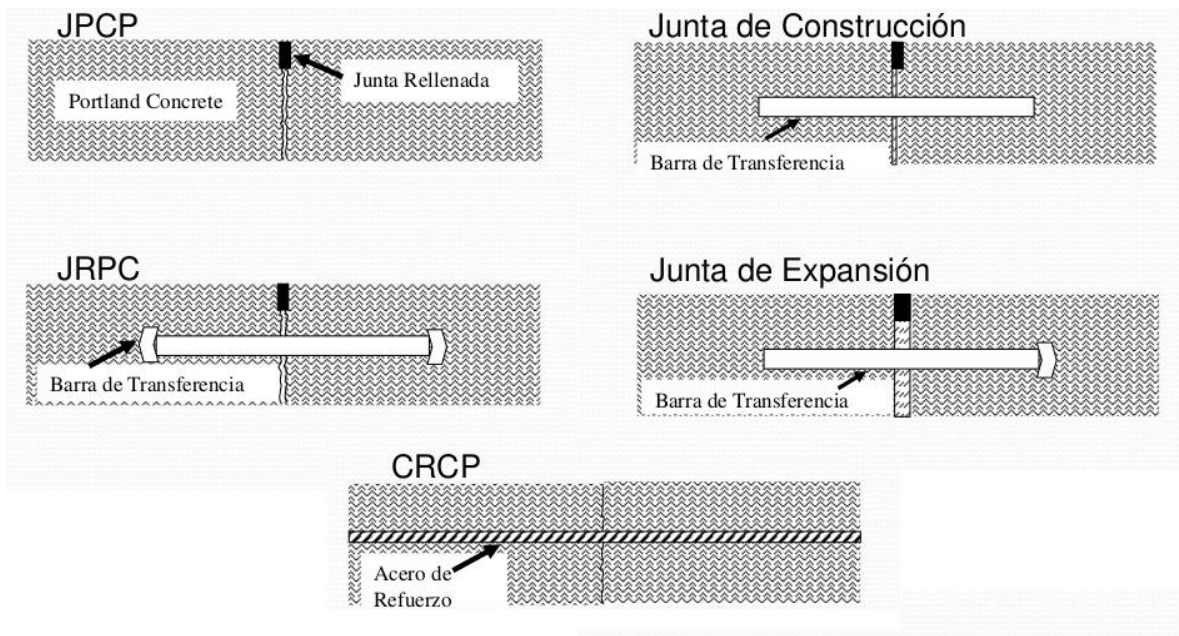


Figura N°5 Fuente: Introducción a la Ingeniería de Pavimentos,  
Ing. Andrés Sotil Ch.

Funciones de estructura del pavimento. Las funciones de las capas de un pavimento rígido son:

- **La Subrasante.**

La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento.

La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento. La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportara la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactadas por capas para constituir un cuerpo estable en optimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito

- **La subbase.**

La función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua que penetra a través de las juntas licua el suelo fino de la subrasante facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión ejercida por las cargas circulantes a través de las losas.

- Servir como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.
- Facilitar los trabajos de pavimentación.
- Mejorar el drenaje y reducir por tanto al mínimo la acumulación de agua bajo el pavimento.
- Mejorar en parte la capacidad de soporte del suelo de la subrasante.



- **Losa de concreto.**

Es la última capa que se construye, sobre ella circulan los vehículos durante el servicio del pavimento.

Debe ser resistente a la abrasión generada por el tráfico y a la agresión del medio ambiente, además, protege la estructura, impermeabilizando la superficie. Debe cumplir dos características para atender adecuadamente la circulación de los vehículos: la suavidad, para que sea cómoda y la rugosidad para que sea segura.

Las funciones de la losa en el pavimento rígido es la de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen. Ante todo se debe conocer que los pavimentos flexibles son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y sub-base, generalmente granulares.

En tanto que los Pavimentos Rígidos: Son aquellos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

En función a lo señalado anteriormente; se puede diferenciar que en el pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento, mientras que en el pavimento flexible este esfuerzo es transmitido hacia las capas inferiores (Base, Sub-base y Sub-rasante).

- **Requerimientos mínimos para la construcción de pavimentos rígidos.**

Se muestran a continuación:

- Requisitos de los Materiales.
- Dosificación.
- Equipos Necesarios.
- Procedimiento Constructivo.
- Juntas de Concreto.
- Sellos de Juntas.
- Prevención y Corrección de Defectos.

#### 1.3.4 Resistencia a la ruptura.

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión ( $S'c$ ) ó Modulo de Ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días. Los valores recomendados para el módulo de ruptura varían desde 41 Kg/cm<sup>2</sup> (583 psi) hasta los 50 Kg/cm<sup>2</sup> (711 psi) a los 28 días dependiendo del uso que vayan a tener.

A continuación se presenta el módulo de ruptura recomendado según el tipo de pavimento:

| Tipo de Pavimento   | Módulo de Ruptura (MR) Recomendado |       |
|---------------------|------------------------------------|-------|
|                     | Kg/cm <sup>2</sup>                 | psi   |
| Autopista           | 48                                 | 682.7 |
| Carreteras          | 48                                 | 682.7 |
| Zonas Industriales  | 45                                 | 640.1 |
| Urbanas Principales | 45                                 | 640.1 |
| Urbanas Secundarias | 42                                 | 597.4 |

Tabla 02. Módulo de Ruptura Recomendado

### 1.3.5 Funciones de base y subbase.

- Drenaje
  - Prevención del bombeo
  - Prevención/Control del Congelamiento
  - Reducir el efecto del cambio del volumen de la subrasante
  - Plataforma de construcción
- **Características como estructura.**
    - Deterioro Continuo y Rápido con el Tiempo
      - ✓ Comparado con estructuras como edificios, los pavimentos se deterioran mucho más rápido
      - ✓ Edificios o represas tienen tiempos de vida útil mayor a los 50 o 100 años.

Diferentes configuraciones de carga se aplican al pavimento

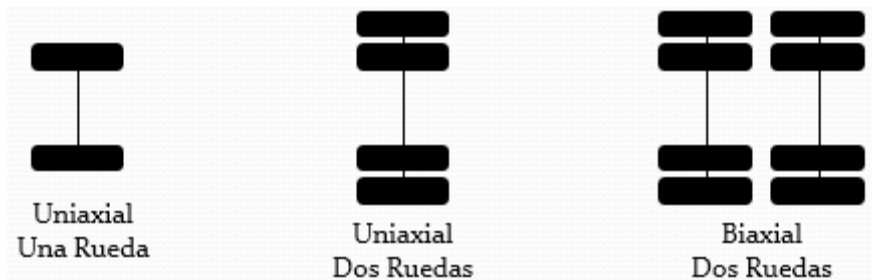


Figura 6. Configuraciones de carga en un Pavimento

Fuente: Introducción a la Ingeniería de Pavimentos, Ing. Andrés Sotil Ch.

- El pavimento sufre diferentes magnitudes de carga
- Trafico totalmente impredecible con diferentes tipos de suspensión
- Trafico canalizado
- Cambio de las propiedades de los materiales con el ambiente
  - ✓ Temperatura
  - ✓ Lluvia
  - ✓ Envejecimiento del asfalto

- Congelamiento/descongelamiento
- Diferencia de propiedades de la subrasante con la distancia.
- Falla vs. Daño
  - ✓ Daño: ahuellamiento, grietas
  - ✓ Falla: condiciones inaceptables de daños.

- **Daños típicos.**

Los daños en estos pavimentos pueden ser:

- Agrietamiento
- Longitudinal
- Transversal
- Bombeo
- Desnivel entre losas (faulting)
- Deterioro de losas
- Rotura / quiebre de losa
- Sulfatados
- Falla de Juntas

- **Ventajas del pavimento rígido.**

- Se evitan interrupciones de tránsito por trabajos de mantenimiento.
- 30% mayor iluminancia que en superficies de asfalto.
- Menor generación de calor.
- Resistente al ataque de hidrocarburos.
- Resistente al fuego.
- Menor agresión ambiental.
- Menor huella de carbono.
- Menor consumo de combustible (aprox 4% según estudios del MIT).
- Mejor adherencia (Grip) bajo la lluvia, seguridad al hidroplaneo.
- Debido a su color claro, y por lo tanto a su reflectividad, mejoran las condiciones de la visibilidad nocturna. Esto reduce el consumo de energía eléctrica en la iluminación de los caminos, lo que implica una menor emisión de gases de efecto invernadero secundaria.

### 1.3.6 Cemento

Se define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como el aire y formar compuestos estables.

El cemento portland es el producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan el 1% en peso del total y que la Norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

El cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las siguientes de las siguientes normas:

- Los cementos Portland normal tipo I, II y V respectivamente con las Normas ITINTEC 334.038, ó 334.040; o con las Normas ASTM C 150.
- Los cementos Portland puzolanicos Tipo 1P y 1PM deberán cumplir con los requisitos de la norma ITINTEC 334.044, o con la Norma ASTM C 595.

| Propiedades Físicas    |                    |      | Requisito NTP 334.09 |
|------------------------|--------------------|------|----------------------|
| Contenido de aire      | %                  | 4    | Máximo 12            |
| Expansión de autoclave | %                  | 0.07 | Máximo 0.8           |
| Superficie Especifica  | Cm <sup>2</sup> /g | 56.4 | No especifica        |
| Densidad               | g/ml               | 2.92 | No especifica        |

Tabla 03. Propiedades físicas del cemento

| Composición Química |   |     | Requisito<br>NTP 334.09 |
|---------------------|---|-----|-------------------------|
| MgO                 | % | 2.2 | Máximo 6.0              |
| SO3                 | % | 2.4 | Máximo 4.0              |

Tabla 04. Propiedades químicas del cemento

- **Tipos de cementos**

- **Cemento tipo I.**

El cemento Tipo I se conoce como el cemento normal de uso común. Se emplea en todas aquellas obras para las cuales no se desea una protección especial, o las condiciones de trabajo de la obra no involucran condiciones climáticas severas ni el contacto con sustancias perjudiciales como los sulfatos. En este tipo de cemento el silicato tricálcico (C3S) se encarga de generar una notable resistencia a edades cortas, como consecuencia, genera también la mayor cantidad de calor de hidratación. Por su parte el silicato dicálcico (C2S) se encarga de generar resistencia a edades tardías. En este cemento los aluminatos se hidratan también de una forma rápida pero coadyuvan de una manera menos significativa en la resistencia final, sin embargo son compuestos potencialmente reactivos, los cuales producen expansiones que llegan a desintegrar totalmente al concreto o a cualquier otro producto a base de cemento.

- **Cemento tipo II.**

El cemento Tipo II se conoce como cemento Portland de moderado calor de hidratación y de moderada resistencia a los sulfatos, esto se explica por la disminución del silicato tricálcico y de aluminato tricálcico con respecto al cemento normal. El cemento Tipo II se emplea en estructuras moderadamente masivas como grandes columnas o muros de concreto muy anchos, el objetivo es el de evitar que el concreto se agriete debido a los cambios térmicos que sufre durante la hidratación.

También se aconseja usar este tipo de cemento en estructuras donde se requiere una protección moderada contra la acción de los sulfatos, como en cimentaciones y muros bajo tierra, donde las concentraciones de sulfatos no sean muy elevadas.

- **Cemento tipo III**

El cemento Tipo III se conoce como de resistencia rápida, este tipo de cemento se usa cuando hay la necesidad de descimbrar rápido con el objeto de acelerar otros trabajos y poner en servicio la obra lo más pronto posible. La resistencia que desarrolla durante los primeros siete días es notable debido principalmente a la presencia de altos contenidos de silicato tricalcico y bajos contenidos del silicato dicálcico.

Además de la composición química, los cementos adquieren la propiedad de ganar resistencia rápidamente cuando la finura a la que se muele el Clinker es mayor que la del cemento normal.

- **Cemento tipo IV**

El cemento Tipo IV o de bajo calor de hidratación desarrolla su resistencia más lentamente que el cemento normal debido a los bajos contenidos de silicato tricalcico, por esta misma razón el calor que desarrolla durante la etapa de fraguado es mucho menor que el del cemento normal.

El cemento Tipo IV se emplea en la construcción de estructuras masivas como las presas de concreto, donde se requiere controlar el calor de hidratación a un mínimo con el objeto de evitar el agrietamiento.

- **Cemento tipo V**

El cemento Tipo V o resistente a los sulfatos se emplea en todo tipo de construcciones que estarán expuestas al ataque severo de sulfatos en solución o que se construirán en ambientes industriales agresivos. Estos cementos se consideran resistentes a los sulfatos debido a su bajo contenido de aluminato tricálcico, se caracterizan por su ganancia moderada de resistencia a edades tempranas, pero al igual que el cemento de bajo calor desarrolla buena resistencia a edades tardías gracias a sus altos contenidos de silicato dicálcico.

De estos cinco tipos en el Perú solo se fabrican los Tipos I, II y V.

### **1.3.7 Agregados**

Se definen como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las  $\frac{3}{4}$  partes del volumen total y tienen una importancia primordial en el producto final.

La denominación de inertes es relativa, porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante.

Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto.

La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad adecuada. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto este unido por la pasta de cemento. (Pasquel Carbajal, 1998-1999.).

En un principio, al agrado se le consideró como un material inerte, no costoso, disperso en la pasta de cemento para producir un gran volumen de concreto. En realidad, el agregado no es inerte, pues sus propiedades físicas, térmicas y, en ocasiones químicas, pueden influir en el desempeño del concreto, por ejemplo, mejorando su durabilidad y estabilidad de volumen sobre los de la pasta del cemento. Desde el punto de vista económico, ventajoso emplear una mezcla con mayor posible contenido de agregado y en menor posible de cemento, aunque el costo debe



balancearse con las propiedades deseadas del concreto en estado fresco y endurecido (Maureira, 1998, p. 12).

- **Agregado fino.**

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas.

- **Agregado grueso.**

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

Por lo general tienen que ser estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humos, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

- **Agua**

La calidad del agua es muy importante, debido a las impurezas que contengan, puede interferir el endurecimiento del cemento, afectar negativamente la resistencia del concreto u ocasionar el manchado de la superficie, así como llevar a la corrosión del refuerzo" (Neville, 1998 p.62).

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 334.088 y ser, de preferencia, potable. (López, 2012)

Otro aspecto a tocar es que está prohibido el empleo de aguas ácidas; calcáreas; minerales; carbonatadas; aguas provenientes de minas o relaves; aguas que contengan residuos minerales o industriales; aguas con un contenido de sulfatos mayor del 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, o descargas de desagües; aguas que contengan azúcares o sus derivados.

Igualmente está prohibido el empleo de aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la reacción álcali-agregado es posible.

Podrá utilizarse aguas naturales no potables, previa autorización de la inspección, únicamente si:

Al seleccionar el agua deberá recordarse que aquellas con alta concentración de sales deberán ser evitadas. Ello debido a que no solo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad del volumen, sino que, adicionalmente, pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo.

La calidad del agua, determinada mediante análisis de laboratorio, cumple con los valores que a continuación se indican; debiendo ser aprobados por la inspección las excepciones a los mismos.

| <b>Descripción</b>                | <b>Limite permisible</b> |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Sólidos en suspensión             | 5000 p.p.m. máximo       |
| Materia orgánica                  | 3 p.p.m. máximo          |
| Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> ) | 1000 p.p.m. máximo       |
| Sulfato (Ion SO <sub>4</sub> )    | 600 p.p.m. máximo        |
| Cloruros (Ion Cl)                 | 1000 p.p.m. máximo       |
| pH                                | 5 a 8                    |

Tabla 5. Límites permisibles máximo del agua

### 1.3.8 Fibras

El empleo de fibras para mejorar la isotropía de un material no es algo desconocido. Los adobes de barro cocidos al sol y armados con paja ya se empleaban en Caldea; hasta hace poco hemos visto utilizar pelos de cabra o de caballo para armar el yeso; el fibrocemento no es otra cosa que una pasta de cemento a la que se ha añadido del 8 al 16 % de fibras de asbesto para incrementar la resistencia a flexotracción de 2 a 4 veces la de la matriz.

Las fibras empleadas en el hormigón reforzado son discontinuas, presentando una distribución discreta y uniforme que confiere al material una gran isotropía y homogeneidad. La efectividad de la acción reforzante y la eficacia en la transmisión de tensiones depende de muchos factores pero, especialmente, de la naturaleza y del tipo de fibra empleado.

Las fibras actualmente empleadas pueden ser minerales, orgánicas y metálicas

### 1.3.9 Fibra de polipropileno.

El Polipropileno es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Todo esto desarrollado en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión. El Polipropileno se puede clasificar en tres tipos (homopolímero, copolímero rándom y copolímero de alto impacto), los cuales pueden ser modificados y adaptados para determinados usos.

- **Tipos de fibras de polipropileno**
- **Monofilamentos.**

Las fibras de polipropileno en forma en monofilamento son producidas en un proceso de extrusión en el cual el material es trazado en calor a través de un disco de sección circular, generando un número de filamentos continuos (Comité ACI 544.1 R-96, 2002).

- **Fibriladas.**

Las fibras de polipropileno fibriladas son el producto de un proceso de extrusión donde el disco es rectangular, resultando unas hojas de película de polipropileno que están tejidas longitudinalmente dentro de cintas de igual ancho; las fibras son manufacturadas en paquetes pequeños fibrilados, es decir que están hechos de muchas fibras pequeñas, y cuyos paquetes durante el proceso de mezclado del compuesto son cortados, por el movimiento de los agregados, en paquetes más pequeños o en fibras individuales” (Comité ACI 544.1 R-96, 2002).

• **Propiedades de la fibra de polipropileno**

Dicho por Barros Hugo, indica que las propiedades de la fibra de polipropileno son:

Las fibras de polipropileno tienen ciertas propiedades, que las hacen más favorables para su mezclado en el hormigón. No tienen reacción química y son muy estables, presentan una superficie impermeable por lo cual no quita agua de mezclado, son livianas y pueden alcanzar medianas resistencias a la tensión. Pueden ser fabricadas en diversas formas y con costos más bajos que otros tipos de fibras. Además, tienen un bajo módulo de elasticidad, bajo punto de fusión y son combustibles por (Barros, V. y Ramírez, H.; 2012, 52 p.).

- **Propiedades**

- ✓ Absorción de agua a 20° c: ninguna
- ✓ Conductividad técnica y eléctrica: baja
- ✓ Resistencia a las sales y ácidos: alta
- ✓ Resistencia a las bases agente oxidantes y microorganismo: alta
- ✓ Resistencia a la abrasión: buena

- **Características:**

- ✓ Versatilidad: compatible con la mayoría de las técnicas de procesamiento existentes y usado en diferentes aplicaciones comerciales, como, industria automotriz, textiles, menaje, medicina, tuberías, etc.
- ✓ Buena procesabilidad: es el material plástico de menor peso específico (0,9 g/cm<sup>3</sup>), lo que implica que se requiere de una menor cantidad para la obtención de un producto terminado.
- ✓ Barrera al vapor de agua: evita el traspaso de humedad, lo cual puede ser utilizado para la protección de diversos alimentos.
- ✓ Buenas propiedades organolépticas, químicas, de resistencia y transparencia.

**1.3.10 USO DEL PRODUCTO SIKAFIBER**

Sikafiber® PE, es un refuerzo de fibra de polipropileno modificada que evita el agrietamiento de concretos y morteros. Sikafiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados. Durante la mezcla Sikafiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

- Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc).
- Mortero y concreto proyectado. (Shotcrete). Paneles de fachada.
- Elementos prefabricados.
- Revestimientos de canales.

• **Características Mecánicas de SikaFiber**

- ✓ Densidad Real Aprox. 0,91 Kg/L.
- ✓ Absorción De Agua Ninguna
- ✓ Módulo De Elasticidad 15,000 Kg/Cm<sup>2</sup>
- ✓ Alargamiento De Rotura 20-30%
- ✓ Resistencia A Tracción 300 - 350 Kg/Cm<sup>2</sup>
- ✓ Resistencia Química
- ✓ Durabilidad Indefinida
- ✓ Temperatura De Fusión 160-170 °C

- **Norma**

A los concretos a los que se agregado Sikafiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116

- **Dosificación**

El Sikafiber® PE se empleará para todo tipo de concretos hasta  $f'c = 300$  kg/cm<sup>2</sup> se debe usar 600 gr por m<sup>3</sup> de concreto y para concretos de alta resistencia mayores a  $f'c = 300$  kg/m<sup>2</sup> se colocará 1 kg/m<sup>3</sup> Usar de 2 a 8 Kg. En caso de mezcla de shotcrete

- **Modo de empleo**

Se agrega, en planta o a pie de obra directamente a la mezcla de concreto o mortero. No disolver en el agua de amasado. Una vez añadido el Sikafiber® PE basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos.

| Cuadro 1. Propiedades de la fibra de polipropileno. |  |
|---|--|
| Fibra   | SikaFiber® M-12                            |
| Color   | Gris                                       |
| Longitud, mm  | 12 mm                                      |
| Tenacidad   | ~ 280-310 N/mm <sup>2</sup> / 30-34 cn/tex |
| Punto de fusión                                     | ~ 163 - 170°C                              |
| Alargamiento a rotura                               | 80-140%                                    |
| Diámetro de fibras                                  | ~ 31 µm                                    |
| Densidad (20°C)                                     | Aprox. 0,91 kg/l                           |
| Absorción de agua                                   | Nula                                       |

Tabla 06 Propiedades de la fibra de polipropileno

Fuente: Sanches.K,26p

- **Resistencia al impacto.**

La adición de fibra de polipropileno al concreto mejora notablemente la resistencia al impacto y a la fragmentación. Ello se debe a la gran cantidad de energía absorbida en el proceso de desunión, estiramiento y extracción o arrancado que se produce después de haberse agrietado la matriz del concreto.

La cuantificación de la mejora en la resistencia al impacto depende de la geometría de la pieza y del método de ensayo, pero ha sido medida en la práctica en un orden de 2 a 10 veces superior.

- **Resistencias mecánicas.**

La fibra mejora la resistencia a la tracción de concreto, distribuyendo los esfuerzos a la tracción más homogéneamente a través de todo el concreto, pero esta mejora no es sustancialmente importante. Lo mismo ocurre con la resistencia a la compresión, siendo en cambio más notable la mejora sobre la fragilidad.

- **Durabilidad.**

Es evidente que la fisuración del concreto lo hace más vulnerable al ataque de agentes agresivos. Se han realizado numerosas pruebas para determinar la persistencia de las cualidades aportadas al concreto por la fibra, a través del tiempo, bien en ensayos de envejecimiento artificial acelerado, como en obras reales. Las conclusiones generales fueron que no se producían cambios en el módulo de rotura o en la resistencia a impactos.

- **Adherencia de la fibra a la matriz del concreto.**

No existe adherencia físico-química entre fibras y la matriz. Precisamente la hidrofuguidad de aquéllas permite su buena distribución en la masa sin formar bolas. La adherencia es puramente mecánica, favorecida por la fibrilación o hendido de las fibras matrices, que con su estructura abierta favorecen la acción de cuña

El concreto hecho con cemento Portland tiene ciertas características: es relativamente resistente a la compresión pero débil en tensión y tiende a ser frágil. La debilidad en tensión puede ser superada por el uso de refuerzo convencional de varilla y, en cierta medida, por la inclusión de un volumen suficiente de fibras existentes en el mercado desde hace varios años.

- **Procedimiento Para el Diseño de Concreto con Adición de Fibra de Polipropileno (Sikafiber)**

Se incorporó de manera directa a la mezcla de concreto. Dicho también recalcar que no se debe disolver en el agua de amasado. Una vez incorporado el sikafiber basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos.

El sikafiber se empleara para todo tipo de concretos hasta  $f'c=300$  kg/cm<sup>2</sup> se debe usar 600gr. por m<sup>3</sup> de concreto y para concretos de alta resistencia mayores a 300 kg/cm<sup>2</sup> se colocara 1 kg/m<sup>3</sup>.



- **Ventajas de la fibra de polipropileno en el concreto.**
  - ✓ Las ventajas de la fibra de polipropileno son:
  - ✓ Eliminan totalmente las fisuras
  - ✓ Protege la cabilla
  - ✓ Permite un fraguado más homogéneo
  - ✓ Muy económica
  - ✓ Aumente la resistencia a la flexión y compresión
  - ✓ Elimina la necesidad de posterior curado
  - ✓ Aumenta la calidad y durabilidad del concreto
  - ✓ Aglutina mejor la mezcla
  
- **Desventajas de la fibra de polipropileno en el concreto**
  - ✓ Bajo módulo de elasticidad.
  - ✓ No puede usarse para sustituir el refuerzo principal.
  - ✓ Su incorporación hace que el concreto reduzca su consistencia.
  - ✓ Debido a la falta de absorción de agua durante la mezcla, en incluso en la etapa de fraguado, esta genera a su vez un inconveniente en cuanto a la adherencia de las fibras a la matriz cementosa.

### 1.3.11 Concreto

Dicho por (Valero, 2015, p. 25), sostiene que: El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada, piedra chancada, pedrejón), creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua.

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o en menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original.

En consecuencia, para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no solo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, ya que son en primera instancia los que le confiere su particularidad.

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en mucho de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, procesos de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales. (Riva López, 2000, p.8)

- **Componentes del concreto.**

La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento

Ya hemos establecido conceptualmente la necesidad de conocer a profundidad las propiedades de los componentes del concreto, pero debemos puntualizar que de todos ellos, el que amerita un conocimiento especial es el cemento. Si analizamos en que se esquematizan las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto. Concluiremos en que el cemento es el ingrediente activo que interviene en menor cantidad, pero sin embargo es el que define las tendencias del comportamiento.

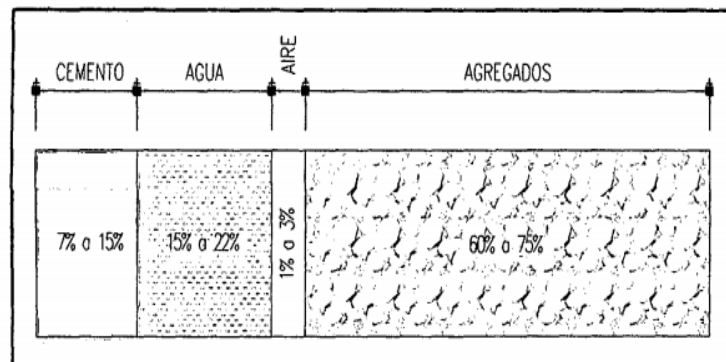


Figura N°7 Fuente: Sánchez K.(pg-30)

## **1.4 Formulación del Problema**

Por lo general el concreto en su elaboración y proceso de endurecimiento estos tienden a agrietarse y a tener cambios ya sean sujetas a cargas de trabajo y diferentes factores los cuales generalmente se encuentran agrietadas tanto es su superficie y estructura o pueden ser ocasionadas por diversos factores químicos, físicos, de diseño estructural y/o causas accidentales por lo tanto estos pierden resistencia y calidad.

### **1.4.1 Problema General**

¿Cómo influye la incorporación de fibras de polipropileno en el mejoramiento funcional del concreto hidráulico en comas - el correo?

### **1.4.2 Problema Específico**

1. ¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en la resistencia del concreto hidráulico, comas- el correo?.
2. ¿Cuáles son las fallas que tiene el concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno?
3. ¿Cuáles son las diferencias del concreto hidráulico tradicional y el concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno?

## **1.5 Justificación del Estudio**

Se ha observado grandes índices de deterioro en las vías de pavimento flexible y rígido de la zona. Las condiciones observadas van desde la desintegración del material y consiguiendo provocar hundimientos, que afectan el tránsito vehicular y peatonal.

Es por eso que se recurrirá a otras opciones y que se espera que brinde mejores resultados. De acuerdo a lo expuesto en los proyectos precedentes, el concreto y las fibras de polipropileno son materiales que se complementan porque, al ser combinados, forman un material más completo y versátil.

La incorporación de fibra de polipropileno para mejorar el concreto es un aporte principal de la nueva tecnología que se viene utilizando hace ya algunas décadas en las nuevas construcciones o para reforzar edificaciones que necesiten de mayor reforzamiento, elasticidad y durabilidad.

La durabilidad que aporta este tipo de material con fibras de polipropileno es concluyente, tiene mayor duración. La resistencia térmica, debido al agregado de fibras de polipropileno por obvias razones es más eficaz.

Además este estudio de investigación servirá para obtener datos reales y verificables que nos ayudaran como profesionales, y así también a estudiantes, que deseen aprender a ver el comportamiento funcional de unos pavimentos adicionando elementos nuevos, que le otorgan mayor estabilidad y mayor durabilidad.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 General**

Determinar la influencia que tiene la incorporación de fibras de polipropileno en el mejoramiento funcional del concreto hidráulico en Comas - El Correo.

### **1.6.2 Específicos**

1. Determinar La resistencia del concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno para el mejoramiento funcional de un pavimento rígido, Comas-El Correo.
2. Determinar las fallas del concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno para el mejoramiento funcional de un pavimento rígido, Comas-El Correo.
3. Determinar la comparación del concreto hidráulico tradicional y el concreto hidráulico añadiendo fibras de polipropileno.

## **1.7 Hipótesis**

### **1.7.2 Hipótesis General**

Si incorporamos fibras de polipropileno al pavimento rígido, entonces se mejorara las propiedades del concreto hidráulico.

#### **1.7.2. Hipótesis Específicas**

- La resistencia del concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno definen su mejoramiento funcional.
- Las fallas en el concreto hidráulico se reducirá con la incorporación de fibra de polipropileno.
- Existe relación entre el concreto hidráulico tradicional y concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno

## **II. METODO**

### **2.1 Diseño de Investigación**

La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente) (Fidias, A.; 2012 p. 34).

Por lo tanto el diseño de nuestra investigación será del tipo experimental porque someteremos a las variables a determinados factores para observar su comportamiento.

#### **2.1.1 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es aplicada debido a que enfoca en la aplicación de los conocimientos adquiridos determinar su mayor provecho en las situaciones concretas (Tam et al., 2008, 147 p.).

En este caso el tipo de investigación es APLICADA ya que nos basaremos en los métodos de diseño que determinaran la situación planteada del pavimento a estudiar.

#### **2.1.2 Nivel de Investigación**

El nivel de la investigación es explicativa - correlacional según (Inegi, 2005, p. 23)

Contempla los estudios que implican la prueba de hipótesis explicativas y predictivas. Parten de descripciones suficientemente exhaustivas de una cierta realidad bajo estudio y de la necesidad de conocer por qué ciertos hechos de esa realidad ocurren del modo descrito, es decir, de la necesidad de encontrar ciertas relaciones de dependencia entre las clases de hechos que fueron formuladas en la fase anterior de la secuencia.

El nivel de investigación es explicativa - correlacional por la relación entre los estudios de ingeniería y el comportamiento del concreto.



### **2.1.3 Enfoque de la Investigación**

Según (INEGI, 2005, 20 p.), nos explique que un enfoque cuantitativo es:

La dimensión cuantitativa tiene que ver necesariamente con la cantidad, entendida esta última como el aspecto por el cual se diferencian entre sí las porciones de la misma cosa o los conjuntos de la misma clase de cosas, por lo que esas porciones o esos conjuntos se pueden medir o contar (INEGI, 2005, 20 p.).

Nuestra investigación es del tipo cuantitativo, debido a que nos basaremos en las mediciones de las dimensiones que afectaran las variables estudiadas.

## **2.2 Variables**

### **2.2.1. Variable**

- Propiedades del concreto hidráulico(V.I)
- Incorporación de Fibras de polipropileno (V.D)

## 2.3 Población y Muestra

### 2.3.1 Población

Por población es la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia. (Bernal, C.; 2010, 160 p.)

En el estudio realizado se encuentra en el distrito de comas, el correo.

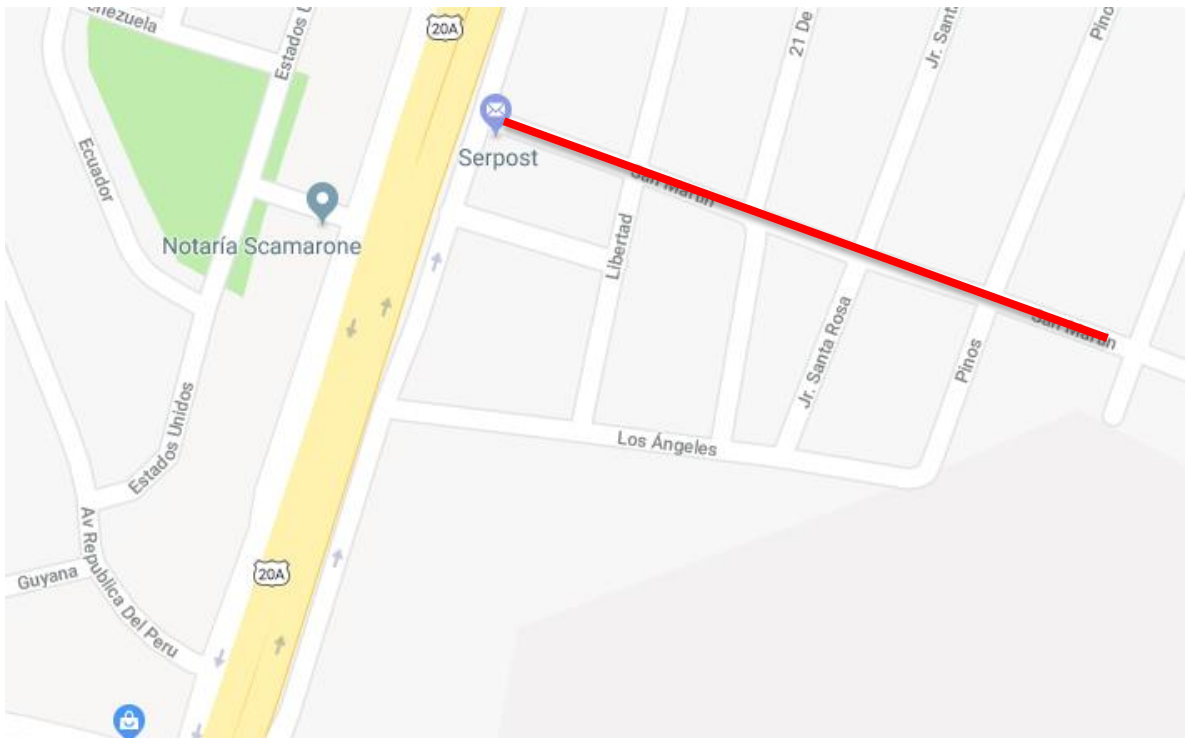


Figura N°8– Fuente: Google-Maps

### **2.3.2 Muestra**

En la presente investigación se tomara por muestra los testigos (probetas) de concreto y Vigas de concreto.

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

### **2.4.1 Validez**

Según (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 200) refiere “al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir”.

La validación de este Proyecto de investigación se basa en las normas del MTC, Cabe indicar que los formatos , tablas y instrumentos a utilizar están validados ya sea por normas de entidades del estado, laboratorios acreditados ,firma y sello de especialistas en el tema.

### **2.4.1 Confiabilidad**

Esther Maya (2014, 15 p.) nos indica que la confiabilidad implica que:

Los procedimientos de análisis que implica toda investigación científica han sido desarrollados para buscar una aproximación más exacta al estudio de cualquier problema que se plantee en la sociedad y que requiere obtener conocimientos más objetivos y confiables.

Los ensayos se realizaran en el laboratorio de “Dirección general de caminos y ferrocarriles”, del Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC), la cual su laboratorio está acreditada con el ISO 9001 por la SGS siendo los ensayos.

## 2.5 Método de análisis de datos

El análisis de los resultados en una investigación debe producirse en procesos de colaboración y contraste y diseminarse también mediante procesos de intercambio y participación en situaciones de igualdad de oportunidades. Cortes, M. y Iglesias, M. (2004, 42 p.)

- Recopilación y análisis de información sobre estudios realizados, relacionados al trabajo de investigación.
- Será necesario ejecutar ensayos y pruebas propios de la Mecánica de Suelos en laboratorio.
- Se procesará los datos obtenidos, con ayuda de información teórica, para obtener otros datos también buscados, basados en los conocimientos de la Mecánica de Suelos.
- Formular conclusiones y recomendaciones con la investigación.
- Recopilación de todos los datos mencionados y redacción del informe final del trabajo de investigación.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Fabricación de las muestras de laboratorio**

Los ensayos de laboratorio que se hicieron para este proyecto nos permitirán ver las condiciones de resistencia en el concreto los cuales se realizaran en un tiempo de 7 días y 28 días

- **Fabricación de hormigón**

La dosificación de hormigón tiene como finalidad tener un control de las proporciones que van a ser mezclados para obtener un muestra que cumpla con las características planteadas en un comienzo como la resistencia y durabilidad.

1. Cemento
2. Agregado grueso
3. Agua
4. Agregado fino
5. Fibras de polipropileno

- **Moldes:**

Los moldes a utilizar para las muestras en este caso han sido de madera (melanina) en el caso de las vigas y para los testigos cilíndricos utilizamos PCV los cuales no tienen ningún inconveniente ya que no reacciona con el concreto utilizado en los ensayos.

Los moldes deben estar hechos conforme a las dimensiones especificadas en el método en el cual van a ser usados. Los moldes deben de ser herméticos de tal forma que no se escape el agua de la mezcla contenida.

Las vigas y moldes prismáticos deben ser de forma rectangular (salvo que se especifique de otro modo) y de las dimensiones requeridas para producir especímenes del tamaño deseado. La superficie interior del molde debe ser lisa, y las caras interiores deben ser perpendiculares entre si y libres de torceduras u ondulaciones.



Fig. N°09



Fig. N°10

- **Varilla compactadora:**

Debe ser de acero, cilíndrica y su extremo compactador debe ser hemisférico con radio igual al radio de la varilla. Pueden ser de diámetro de 5/8" con 24" de longitud o diámetro de 5/8" con 12" de longitud.



Fig. N°11

- **Martillo:**

Se utilizó uno de caucho



Fig. N°12

- **Mezcla del concreto:**  
La mezcla se hizo manualmente
- **Equipos utilizados en general:**  
Palas, planchas, reglas, guantes, s, etc.



Fig. N°13

- **Número de muestras**  
  
Usualmente, se deben elaborar tres o más especímenes para cada edad y condición del ensayo. Los especímenes de ensayo que tienen en cuenta el análisis de una variable.  
  
Generalmente, los ensayos se hacen a edades de 7 y 28 días para compresión y a edades de 14 y 28 días para flexión.
- **Relación Agua-cemento**  
  
La resistencia del concreto se determina por la cantidad total de agua utilizada por cantidad unitaria de cemento, esto es lo que se conoce como la relación agua cemento; se debe considerar que la relación agua-cemento es uno de los factores más importantes que influyen en la resistencia del hormigón endurecido, sin embargo no se puede establecer valores fijos para esta relación.



Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

- Resistencia esperada sin la incorporación de fibras de polipropileno

| Resistencia a los 7 días(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a los 28 días(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--|
| 72%   | 100%   |
| 201.6(kg/cm <sup>2</sup> )                    | 281(kg/cm <sup>2</sup> )                       |

Tabla 07

- Resistencia esperada con la incorporación de fibras de polipropileno

| Resistencia a los 7 días(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a los 28 días(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--|
| 82%   | 115%   |
| 221.5(kg/cm <sup>2</sup> )                    | 288(kg/cm <sup>2</sup> )                       |

Tabla 08

- **Curado de las muestras**

El curado del hormigón es un procedimiento muy importante para poder obtener un buen hormigón, al tener cuidado con el curado de las muestras nos aseguraremos que al momento de ensayadas cumplan con las especificaciones dadas por el diseñador y que no presente fisuras al momento que el hormigón pierda humedad y comience a contraerse.



Fig. N°14

### 3.2 Ensayo de laboratorio-compresión

La característica mecánica principal del concreto es su resistencia a la compresión simple, misma que se expresa en unidades de (kg/cm<sup>2</sup>).

La resistencia a compresión del concreto se mide mediante pruebas mecánicas, en las que se procede a fracturar probetas de hormigón moldeadas de acuerdo a la norma; este tipo de ensayos permiten estudiar la variación de resistencia simple o de otras propiedades del concreto con el paso del tiempo. Para las pruebas de resistencia se utilizan tres tipos de muestras: cilindros, cubos y prismas.

El ensayo a la compresión se considera un método destructivo ya que es necesario llegar a la rotura de las probetas para determinar la compresión de las mismas. Dicho ensayo tiene una limitación que es la dificultad de aplicar una carga verdaderamente axial o concéntrica.

Universalmente el ensayo dispuesto a ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple es el ensayo de probetas cilíndricas siendo sus dimensiones posibles las siguientes:

- Probeta Cilíndrica de 15 x 30 cm
- Probeta Cilíndrica de 10 x 20 cm
- Probeta Cilíndrica de 25 x 50 cm

En la presente investigación se usó las probetas cilíndricas de 10 x 20 cm



Fig N°15



Fig N°16

- **Equipos**

- Máquina de carga: Aparato constituido básicamente de sistemas hidráulicos que aplican una fuerza a una velocidad determinada por un sistema central.
- Moldes de neopreno en placas de acero que protegen las caras del cilindro y permiten que la carga aplicada por la se distribuya en toda la superficie del cilindro.
- Probetas cilíndricas normalizadas.



Fig. N°17

- **Ensayo de resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios**

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Los ensayos de flexión del hormigón se usan en la construcción de bloques y pavimentos, por lo cual es un requerimiento en los diseños de pavimento rígido así como para el control de campo y aceptación de los pavimentos.

Para realizar este ensayo se debe tomar en cuenta que las vigas, son sensibles a la preparación, manipulación y curado. Como consecuencia del peso de las vigas pueden ser dañadas cuando son transportadas. Las vigas deben ser curadas de acuerdo a la normativa y deben ser ensayadas mientras se encuentren húmedas, permitir que se sequen o pierdan humedad

En la presente investigación uso vigas prismáticas de 15 x 15 x 52 cm

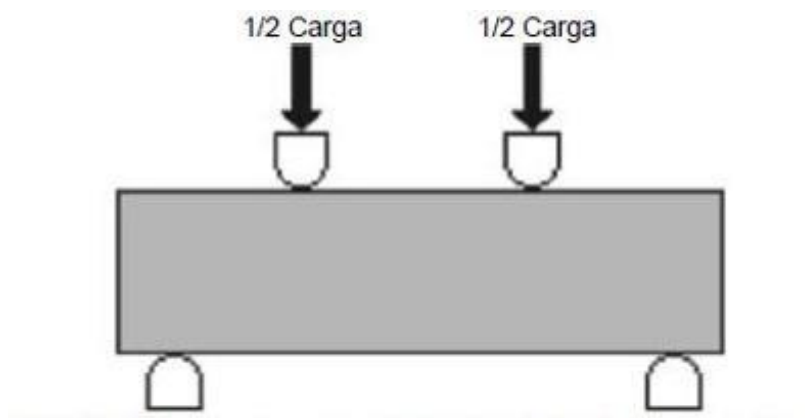


Figura N°18 Fuente: Introducción a la Ingeniería de Pavimentos

- Las vigas deben ensayarse de acuerdo con la norma establecida la cual requiere
  1. Máquina de prueba
  2. Probetas prismáticas: vigas



Fig. N°19



Fig. N°20

### 3.3 Resultados de laboratorio

**3.3.1 Ensayos a compresión:** Los cuadros que se presentan a continuación son un resumen de resultados a través de los ensayos lo cuales consistieron en hallar la resistencia a compresión óptima a trabajar, las características tales como dimensión, se presentaran en la sección de Anexos.

- Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|-----------------------------|--|
| <b>Probeta 01</b> | <b>19720</b>                | <b>242.00</b>                          |
| <b>Probeta 02</b> | <b>21310</b>                | <b>251.00</b>                          |
| <b>Probeta 03</b> | <b>20420</b>                | <b>264.00</b>                          |
|                   |                             |  |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>252.33</b>                          |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>252.33</b>                          |

Tabla 09 Resultados óptimos de ensayos a compresión

Fuente: Elaboración Propia

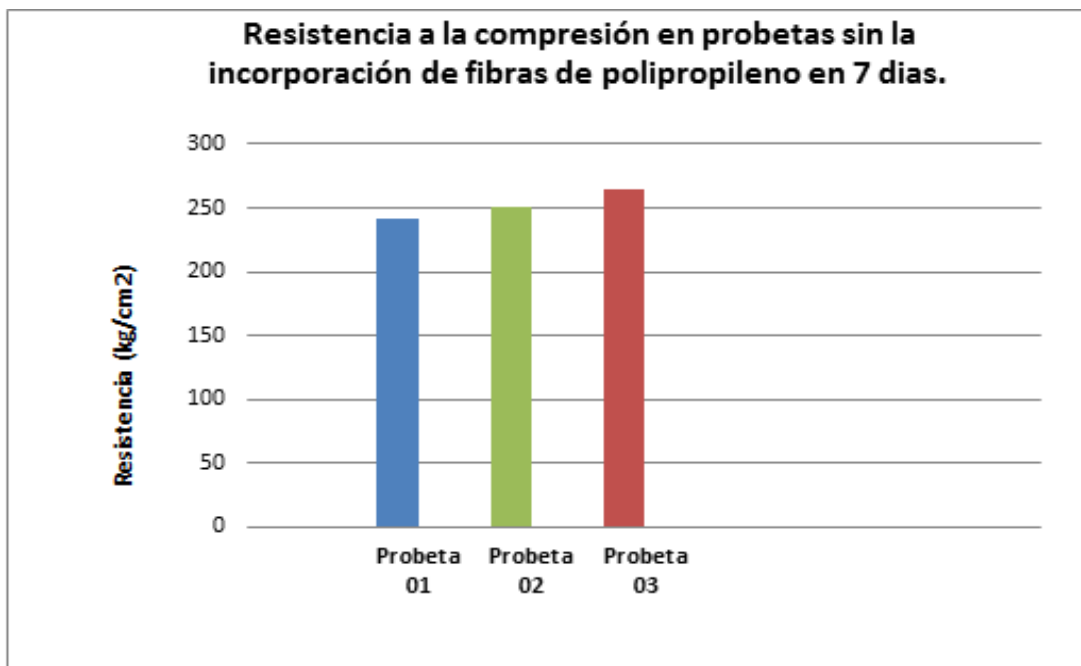


Gráfico N°01

- Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas con un 50% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|-----------------------------|--|
| <b>Probeta 01</b> | <b>19300</b>                | <b>236.00</b>                          |
| <b>Probeta 02</b> | <b>19400</b>                | <b>240.00</b>                          |
| <b>Probeta 03</b> | <b>19500</b>                | <b>255.00</b>                          |
|                   |                             |  |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>243.66</b>                          |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>243.66</b>                          |

Tabla 10 Resultados óptimos de ensayos a compresión

Fuente: Elaboración Propia

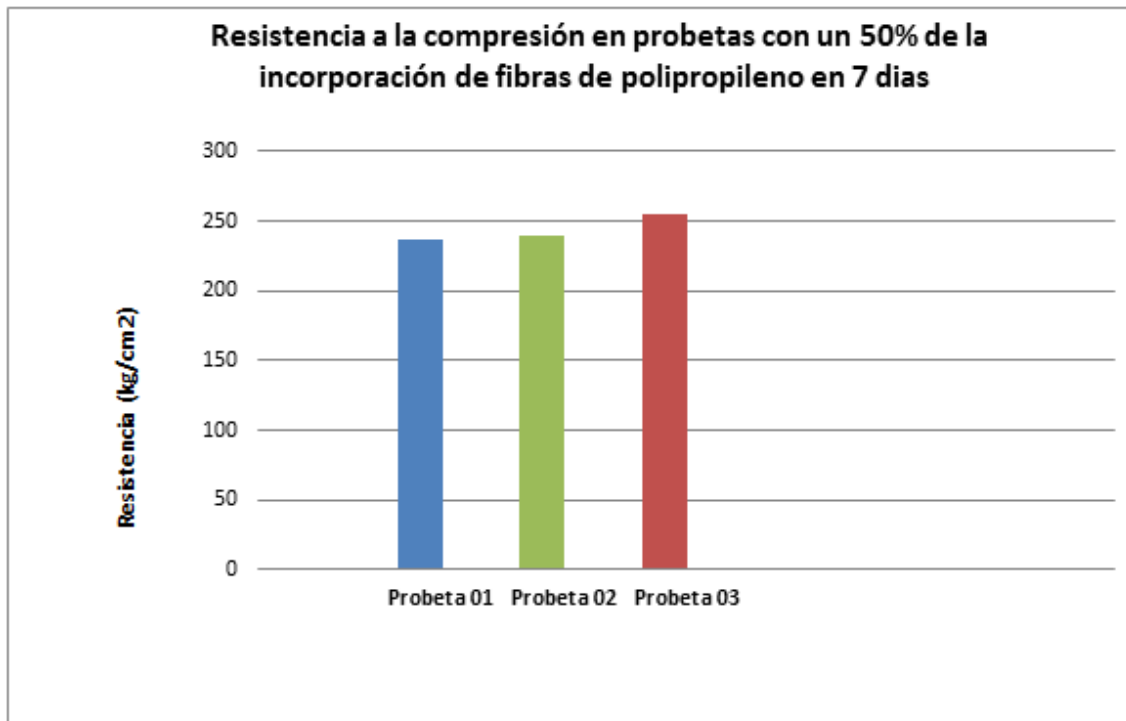


Grafico N°02



- Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas con un 75% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|-----------------------------|--|
| <b>Probeta 01</b> | <b>19500</b>                | <b>235.00</b>                          |
| <b>Probeta 02</b> | <b>20100</b>                | <b>244.00</b>                          |
| <b>Probeta 03</b> | <b>20500</b>                | <b>254.00</b>                          |
|                   |                             |  |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>244.33</b>                          |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>244.33</b>                          |

Tabla 11 Resultados óptimos de ensayos a compresión

Fuente: Elaboración Propia

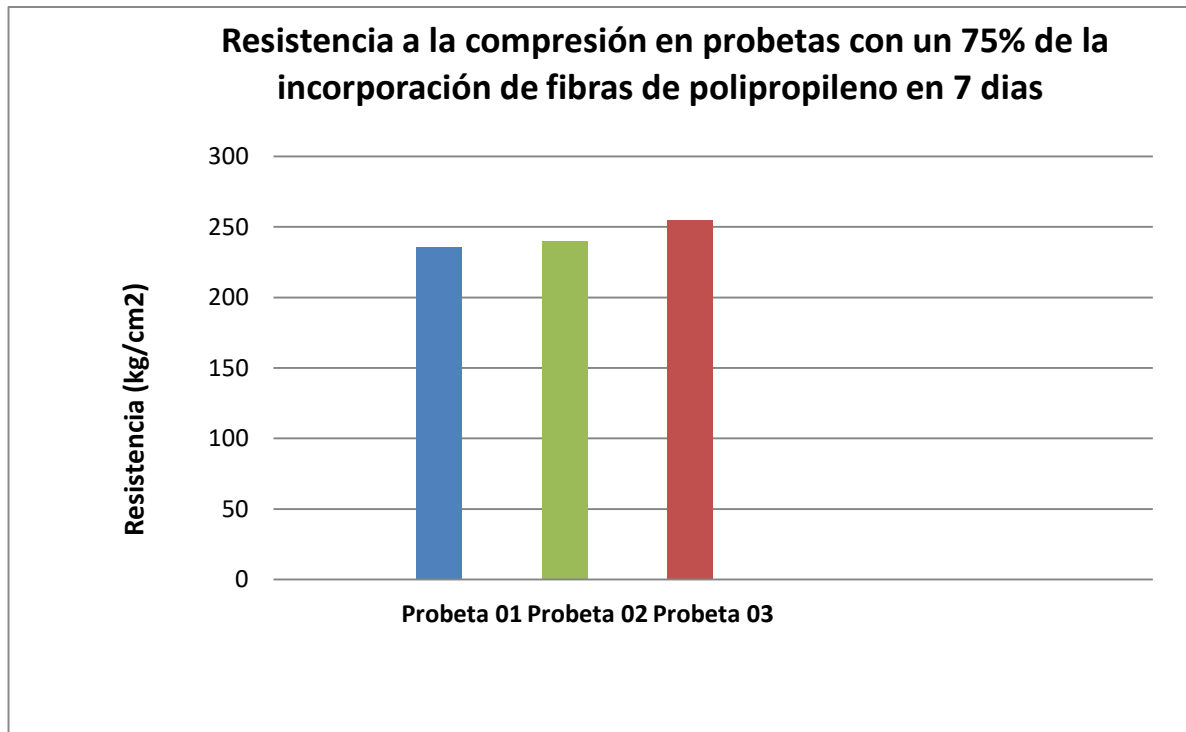


Grafico N°03

- Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas con un 100% de la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm2)</b> |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Probeta 01</b> | <b>19900</b>                | <b>245.00</b>               |
| <b>Probeta 02</b> | <b>20200</b>                | <b>251.00</b>               |
| <b>Probeta 03</b> | <b>20700</b>                | <b>269.00</b>               |
|                   |                             |                             |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>255.00</b>               |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>244.33</b>               |

Tabla12 Fuente: Elaboración Propia

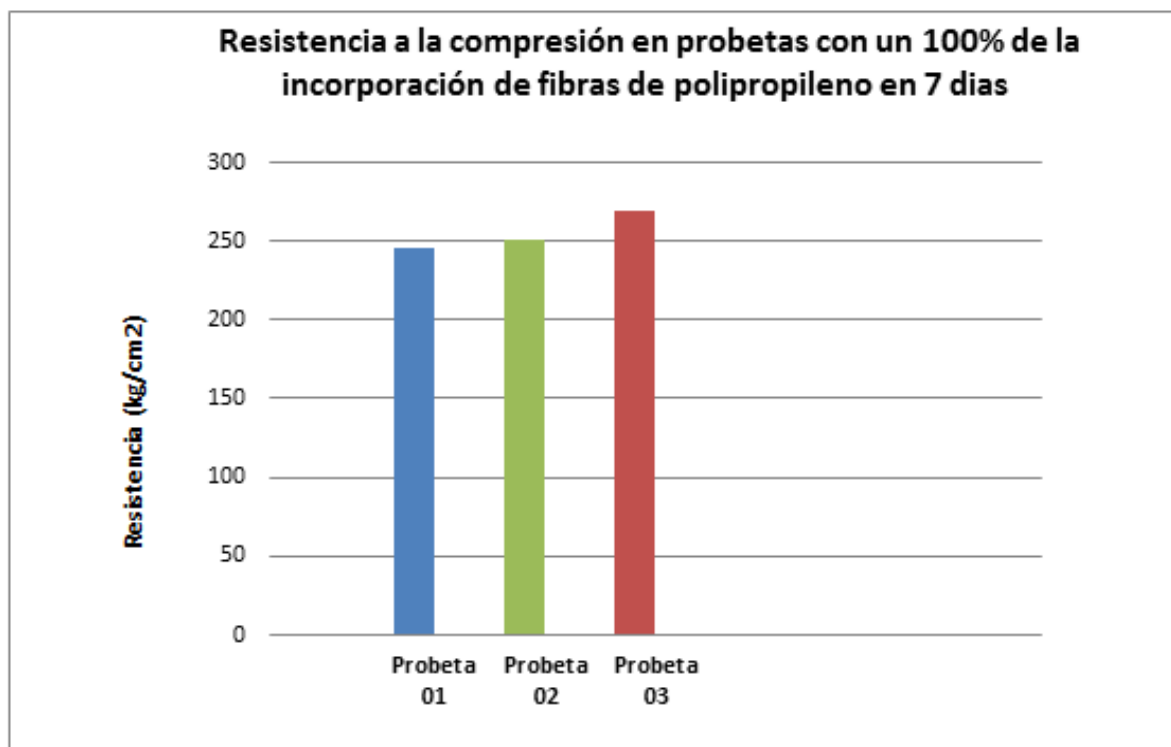


Grafico N°04

- Cuadro comparativo de las resistencias a compresión óptimas con y sin la incorporación de fibra de polipropileno en un 50% ,75 % y 100% respectivamente en un tiempo de 7 días.

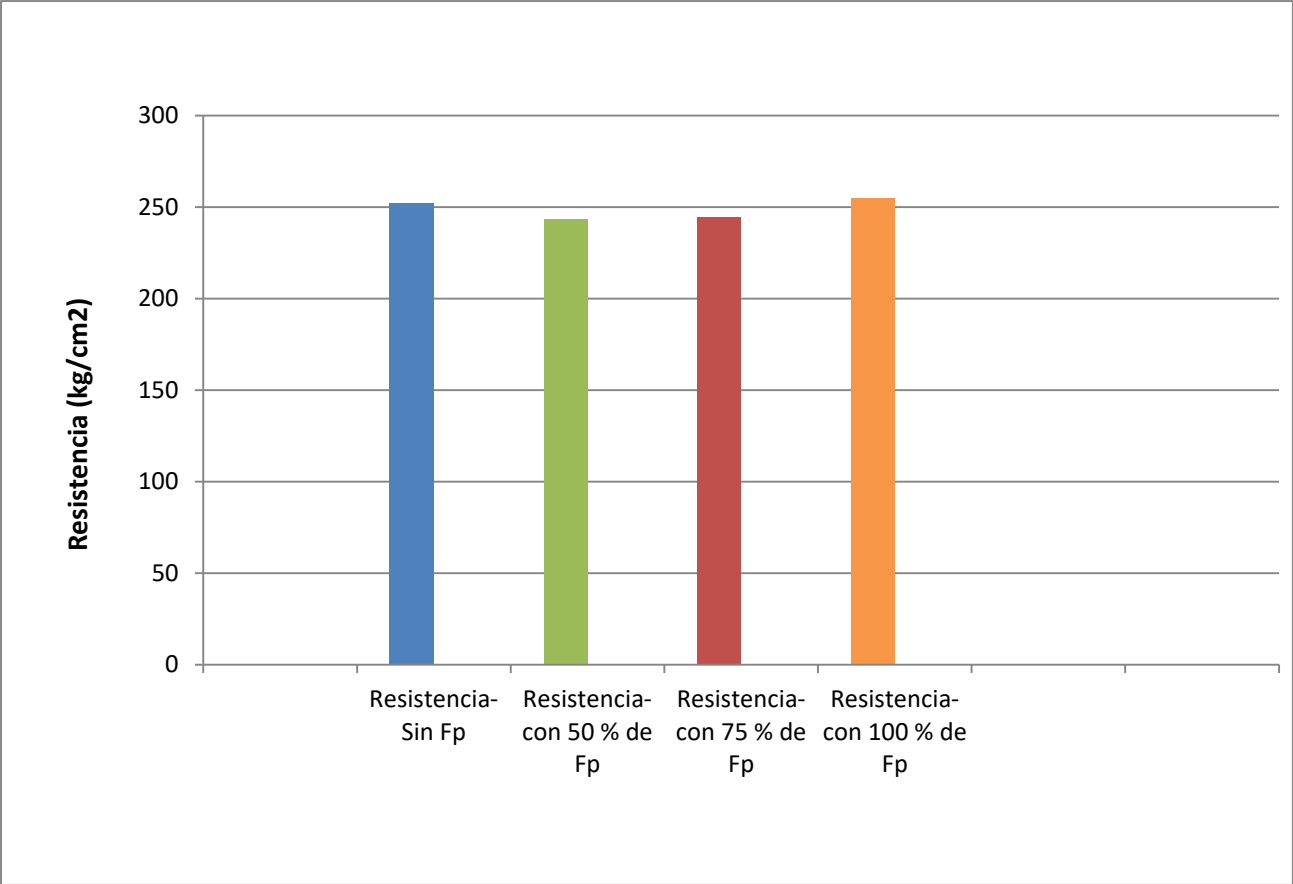


Grafico N°05

- **Ensayos a compresión 28 días**

Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm2)</b> |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Probeta 01</b> | <b>23030</b>                | <b>285.00</b>               |
| <b>Probeta 02</b> | <b>23220</b>                | <b>282.00</b>               |
| <b>Probeta 03</b> | <b>23320</b>                | <b>288.00</b>               |
|                   |                             |                             |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>283.67</b>               |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>283.67</b>               |

Tabla13 Fuente: Elaboración Propia

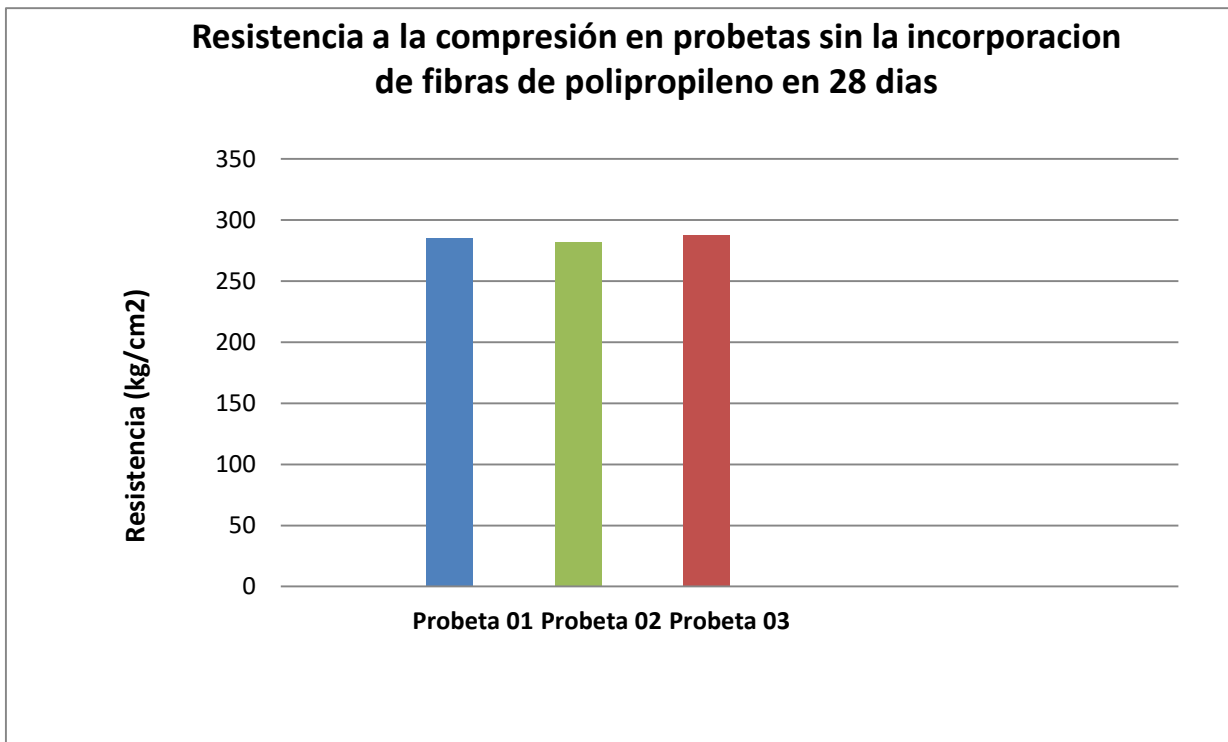


Gráfico N° 06

- Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas con un 50% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|-----------------------------|--|
| <b>Probeta 01</b> | <b>23340</b>                | <b>289.00</b>                          |
| <b>Probeta 02</b> | <b>24930</b>                | <b>305.70</b>                          |
| <b>Probeta 03</b> | <b>25480</b>                | <b>313.00</b>                          |
|                   |                             |  |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>302.57</b>                          |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>302.57</b>                          |

Tabla14 Fuente: Elaboración Propia

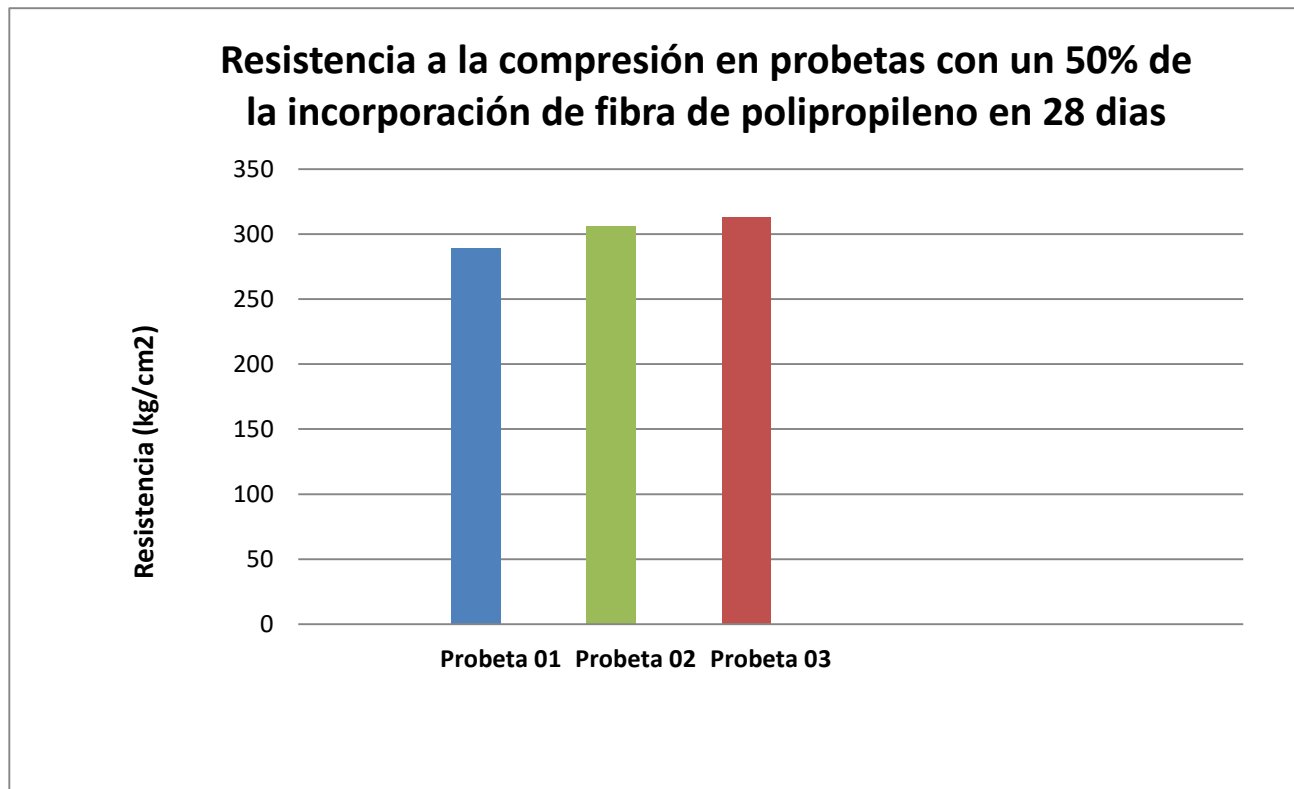


Gráfico N°07

- Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas con un 75% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|-----------------------------|--|
| <b>Probeta 01</b> | <b>25580</b>                | <b>316.8</b>                           |
| <b>Probeta 02</b> | <b>25730</b>                | <b>318.6</b>                           |
| <b>Probeta 03</b> | <b>25880</b>                | <b>319.9</b>                           |
|                   |                             |  |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>318.43</b>                          |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>318.43</b>                          |

Tabla15 Fuente: Elaboración Propia

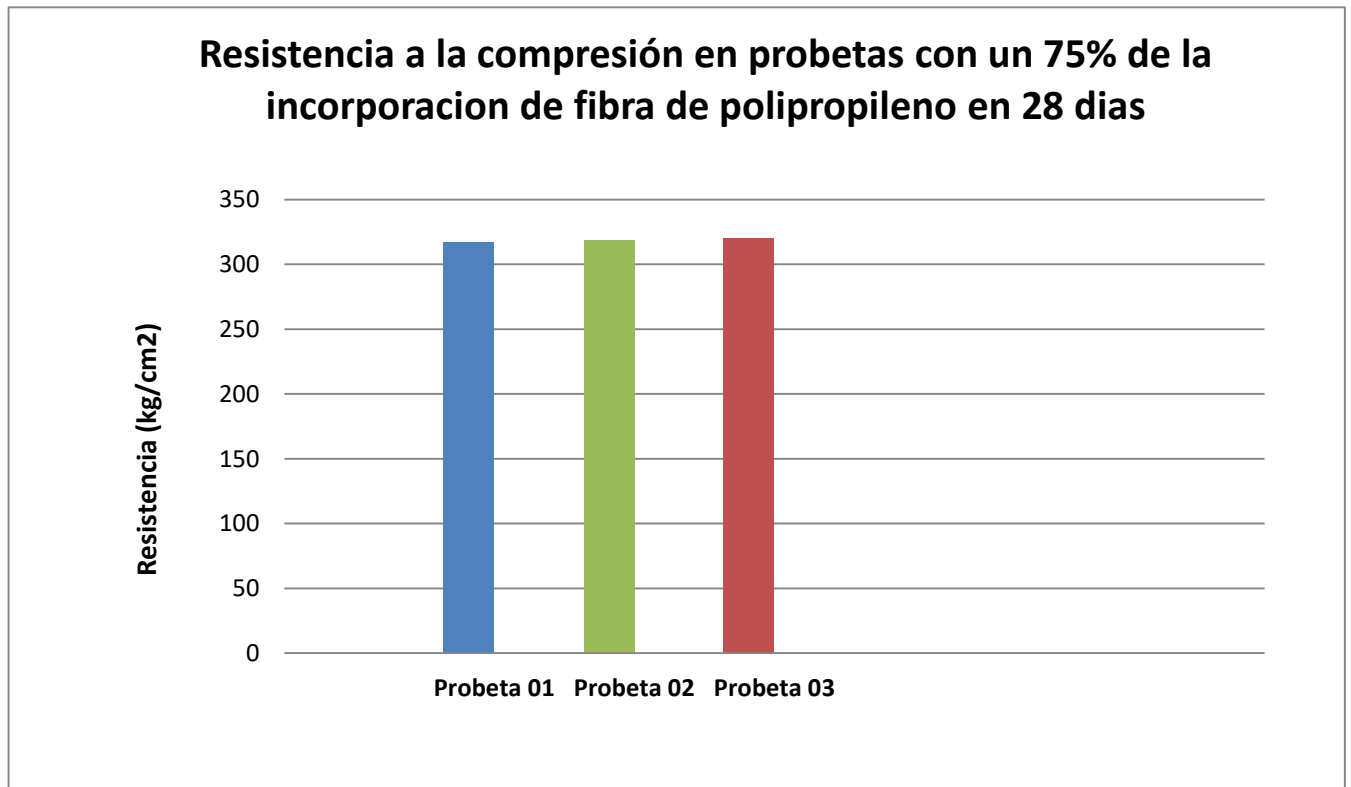


Gráfico N° 08

- Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión en probetas con un 100% de la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días.

|                   | <b>Carga Aplicada (kg)</b>  | <b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|-----------------------------|--|
| <b>Probeta 01</b> | <b>26280</b>                | <b>322.80</b>                          |
| <b>Probeta 02</b> | <b>26540</b>                | <b>326.30</b>                          |
| <b>Probeta 03</b> | <b>26660</b>                | <b>329.50</b>                          |
|                   |                             |  |
|                   | <b>Resistencia Promedio</b> | <b>326.20</b>                          |
|                   | <b>Resistencia Optima</b>   | <b>326.20</b>                          |

Tabla16 Fuente: Elaboración Propia

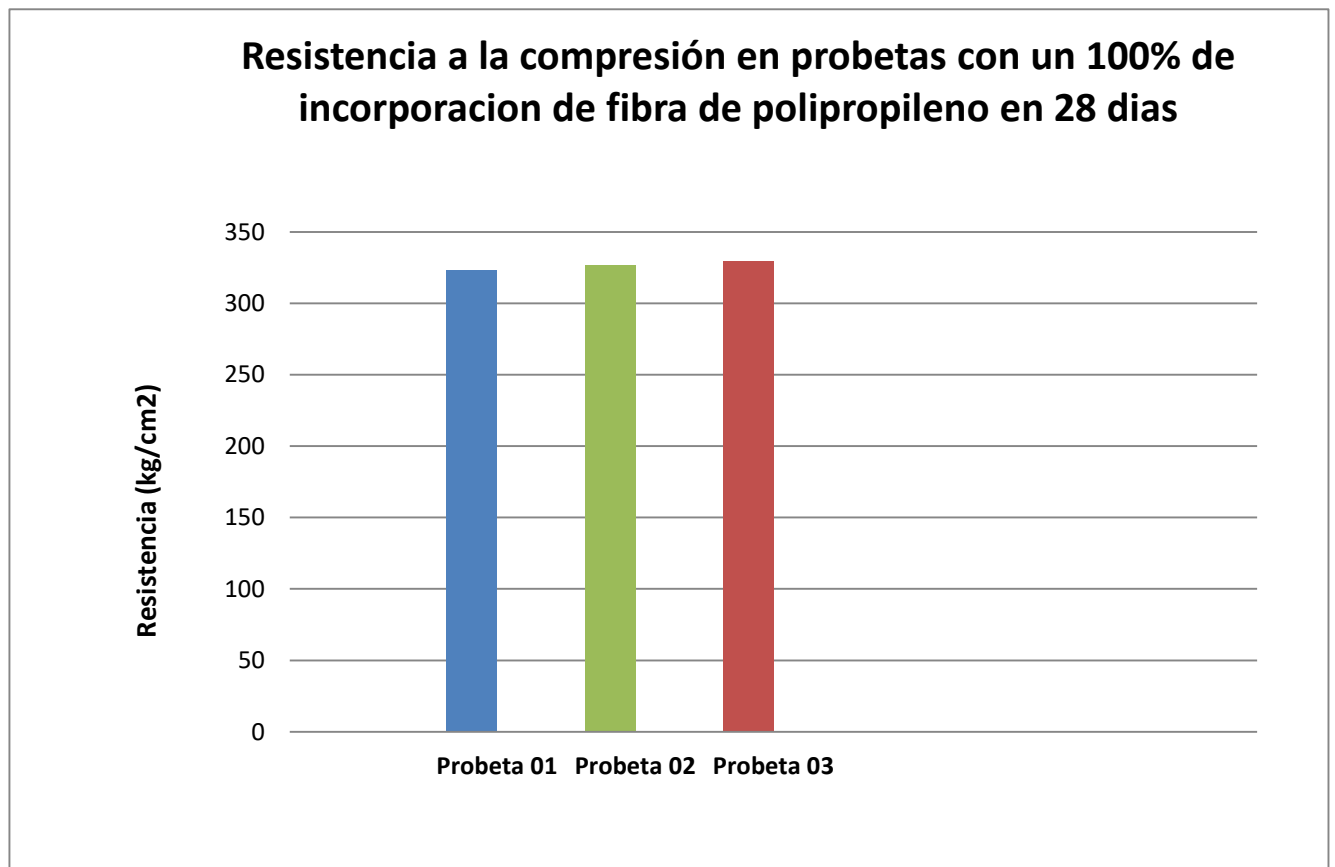


Grafico N° 09

- Cuadro comparativo de las resistencias a compresión optimas con y sin la incorporación de fibra de polipropileno en un 50% ,75 % y 100% respectivamente en un tiempo de 28 días.

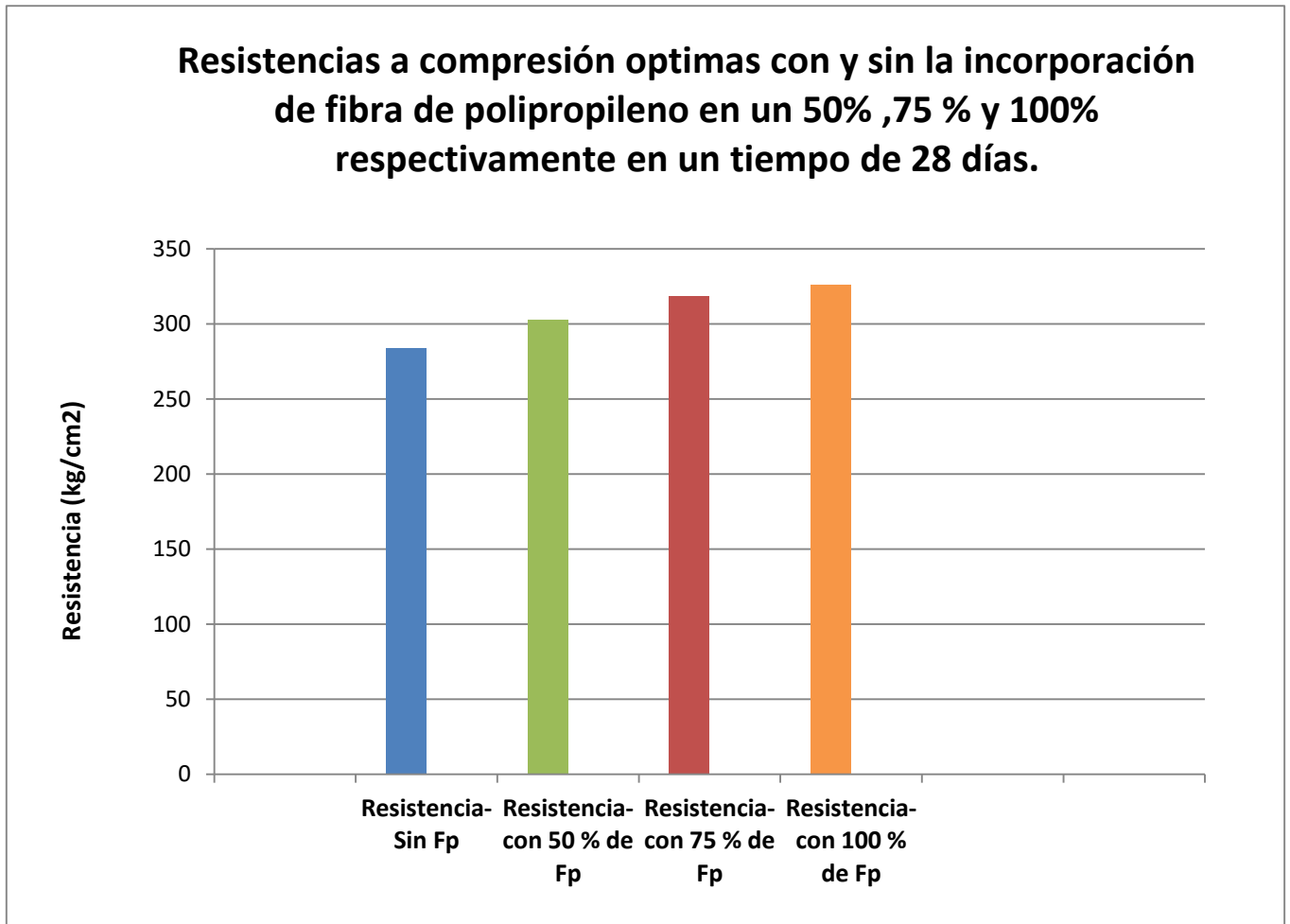


Grafico N° 10



**3.3.1 Ensayos a flexión:** Los cuadros que se presentan a continuación son un resumen de resultados a través de los ensayos lo cuales consistieron en hallar la resistencia a la flexión por ende se tomara su módulo de rotura más óptima a trabajar, las características tales como dimensión y peso, se presentaran en la sección de Anexos.

- Resultados del Ensayo de resistencia a la flexión en vigas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días.

|                | <b>Carga Aplicada (kg)</b> | <b>Módulo de rotura (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|----------------------------|---|
| <b>Viga 01</b> | <b>24800</b>               | <b>39.2</b>                                 |
|                |                            |   |
|                | <b>Resistencia optima</b>  | <b>39.2</b>                                 |

Tabla17 Fuente: Elaboración Propia

- Resultados del Ensayo de resistencia a la flexión en vigas con la incorporación de fibras de polipropileno en 7 días.

|                | <b>Carga Aplicada (kg)</b> | <b>Módulo de rotura (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|----------------------------|---|
| <b>Viga 02</b> | <b>25400</b>               | <b>40.6</b>                                 |
|                |                            |   |
|                | <b>Resistencia optima</b>  | <b>40.6</b>                                 |

Tabla18 Fuente: Elaboración Propia

- Cuadro comparativo de las resistencias a flexión óptimas con y sin la incorporación de fibra de polipropileno en un tiempo de 7 días.

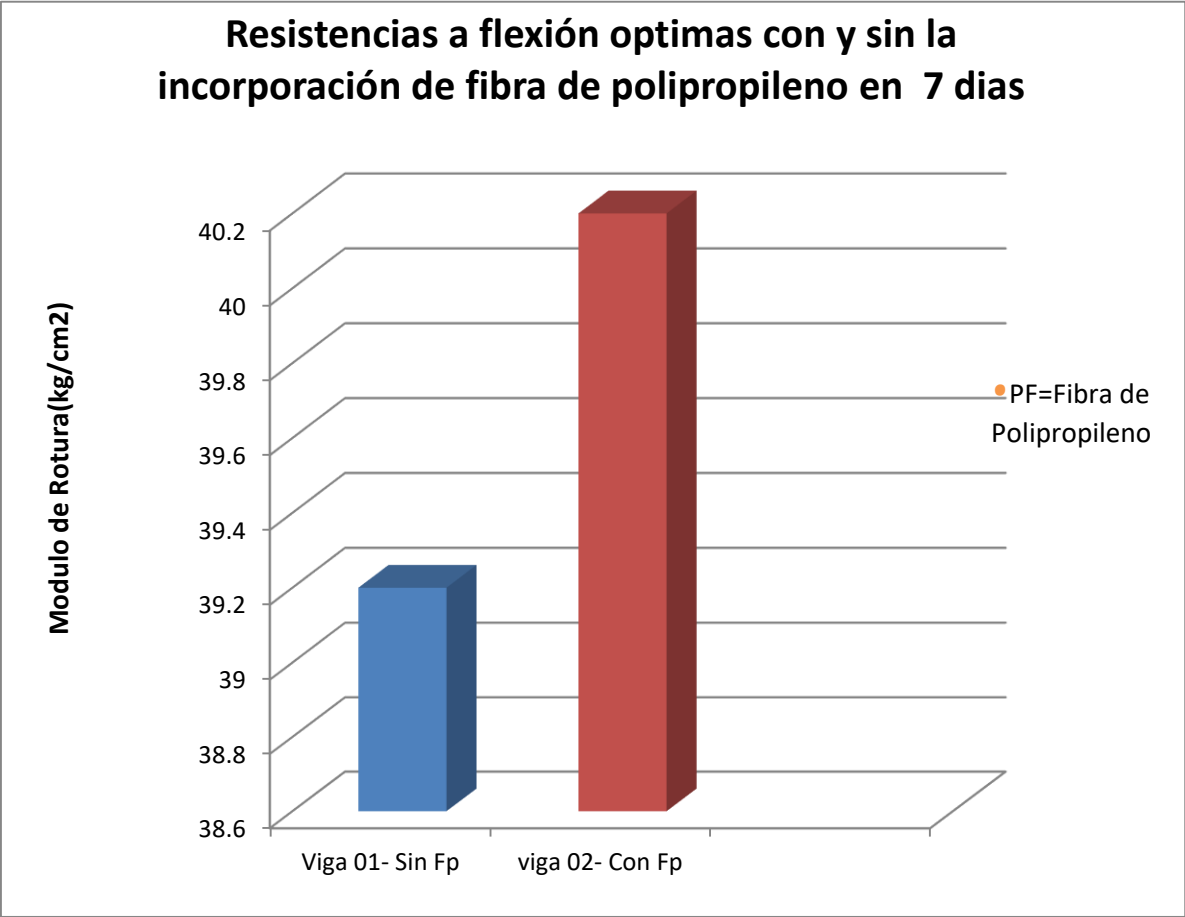


Grafico N° 11

- Resultados del Ensayo de resistencia a la flexión en vigas sin la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días.

|                | <b>Carga Aplicada (kg)</b> | <b>Módulo de rotura (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|----------------------------|---|
| <b>Viga 01</b> | <b>2370.00</b>             | <b>36.7</b>                                 |
|                |                            |   |
|                | <b>Resistencia optima</b>  | <b>36.7</b>                                 |

Tabla 19 Fuente: Elaboración Propia

- Resultados del Ensayo de resistencia a la flexión en vigas con la incorporación de fibras de polipropileno en 28 días.

|                | <b>Carga Aplicada (kg)</b> | <b>Módulo de rotura (Kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|----------------------------|---|
| <b>Viga 02</b> | <b>2770.00</b>             | <b>43.5</b>                                 |
|                |                            |   |
|                | <b>Resistencia optima</b>  | <b>43.5</b>                                 |

Tabla 20 Fuente: Elaboración Propia

- Cuadro comparativo de las resistencias a flexión optimas con y sin la incorporación de fibra de polipropileno en un tiempo de 28 días

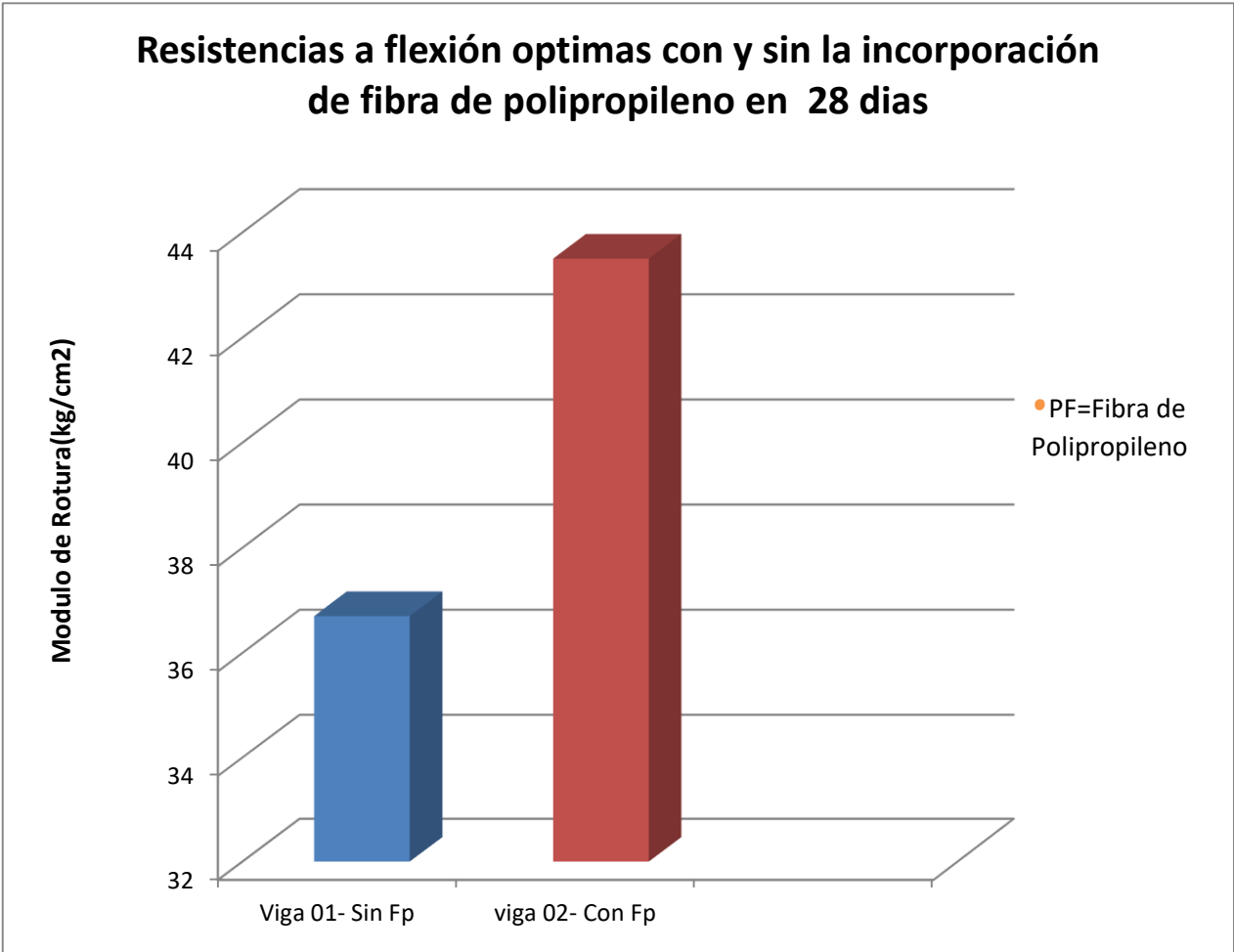


Grafico N°12

#### IV. DISCUCION

- A partir de los ensayos realizados y los hallazgos encontrados en este desarrollo de investigación, reconocemos que la hipótesis alternativa general la cual expresa que si incorporamos fibras de polipropileno al pavimento rígido, se mejorara las propiedades del concreto hidráulico.
- Estos resultados obtenidos guardan relación con lo que dicen diferentes autores tales como Palomino Lazo Katia(2015), Armas Aguilar, César (2016) , Valencia Vargas, Jan (2016) tesisistas profesionales, que la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto hidráulico aumenta su resistencia parcialmente de acuerdo el porcentaje de fibra a utilizar.
- De acuerdo a lo investigado se supo que las fallas en el concreto hidráulico en estado endurecido con la incorporación de fibras de polipropileno se redujo considerablemente ya que este le dio una mayor durabilidad y una mayor resistencia al colapso. Dicho también por Armas Aguilar Cesar (2016) concluye que Se concluye que una dosis de fibra de polipropileno de 400 gr/m<sup>3</sup> de concreto logra reducir el potencial de fisuración en condiciones reales hasta en un 90%.
- Por otro lado se hizo una comparación del concreto hidráulico tradicional y el concreto hidráulico con fibra de polipropileno dando como resultados óptimos la calidad y seguridad que tiene el concreto con la adición de fibras de polipropileno en estado endurecido en 7 y 28 días respectivamente.

## V. Conclusiones

- A partir de los ensayos realizados en el Laboratorio del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) nos indicó que la mezcla o dosificación del concreto en su tiempo máximo de curado alcanzo la resistencia máxima requerida sin la incorporación de fibra de polipropileno.
- La incorporación de fibra de polipropileno al concreto hidráulico ya sea en un tiempo de 7 y 28 días respectivamente, le dio positivamente al concreto las resistencias optimas requeridas.
- Las resistencias a compresión en las probetas de 10 x 20 cm, con y sin la incorporación de fibra de polipropileno en un tiempo de 7 días los resultados no variaron considerablemente.
- En relación a los ensayos a la flexión se determina que se obtuvo resultados óptimos en los ensayos donde se usó la cantidad recomendada por el fabricante, brindándonos los valores más altos en el ensayo de módulo de rotura.
- La resistencia a compresión en las probetas de 10 x 20 cm, con la incorporación de fibra de polipropileno en un tiempo de 28 días se observó en los resultados que variaron considerablemente.
- El concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno gana positivamente una alta firmeza, pues su módulo de elasticidad se reduce, dicho esto el material se vuelve más alterable.
- Se pudo observar en el caso de las vigas prismáticas al ser sometidas al ensayo, estas no tienden a fallar completamente ya que las fibras le dan esta resistencia óptima y se evita el colapso total.

## VI. Recomendaciones

- Se recomienda realizar la prueba de rotura a vigas donde se aplique cargas en los tercios de su claro de apoyo para obtener una comparación entre las pruebas (al centro de viga y a los tercios de viga) y obtener resultados mediante las 2 pruebas, lo que nos ayudaría a ampliar nuestros resultados.
- Con respecto a los ensayos a la flexión se concluye que se obtuvo mejores resultados en los ensayos donde se usó el porcentaje de 100% de la cantidad recomendada por el fabricante, brindándonos los valores más altos en el ensayo de módulo de rotura.
- Se recomienda que al realizar los ensayos de laboratorio, se tenga un control adecuado en el momento de colocar la fibra, para que esta se distribuya de mejor manera en la mezcla evitando que se generen vacíos, que afecten en la resistencia final.
- Se sabe que las fibras de polipropileno es un material de procedencias reciclables, estas interfieren el funcionamiento y dosificación del concreto al momento que estas se amarran con el material cementante, por lo tanto se recomienda tener un control en al momento de la compactación en la elaboración de las probetas y vigas.
- Luego de realizar los estudios de investigación, sobresalen diferentes ideas con respecto al hormigón incorporando fibras de polipropileno, una de ellas es que podrían ser tratadas en investigaciones futuras, uno de esos aspectos pueden ser: Que estén sometidas a un grado de resistencia al impacto y altas temperaturas, las cuales afectarían sus propiedades mecánicas.

## VII. Referencias Bibliográficas

- ARMAS, César, "Efectos de la Adición de Fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto Hidráulico", [En línea]. Vol. 3.nº2. (2016)[Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2017].  
Disponible:  
<http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/436>  
ISSN: 2313-1926
- AQUINO Roberto, Diseño y Aplicación de concreto ecológico con fibras de polipropileno para pavimentos rígidos. [Tesis, Título. Ing. Civil].Universidad Nacional de Cajamarca.2015. ) [Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2017].  
Disponible:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/630>
- BECERRA, Mario. Tópicos de pavimentos de Concreto. (1ed). Lima (PE): Flujo Libre 33 p. (2012).[Fecha de consulta: 27 de noviembre del 2017].  
Disponible:  
[https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro\\_pavimentos\\_al\\_cap\\_2](https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2)
- CAMARGO, Nelson. y HIGUERA, Carlos. "Concreto Hidráulico Modificado con Sílice obtenida de la Cascarilla del Arroz" 2015. [Tesis, Título. Ing. Civil].2015) [Fecha de consulta: 24 de octubre del 2017].  
Disponible:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n1/v27n1a06.pdf>
- FERREYRO, Adriana y LONGHI, Ana. Metodología de la investigación. Córdoba: Encuentro Grupo Editor, 2014. 28 pp.  
ISBN: 9789871432486
- JARQUIN, Kassandra. y FAJARDO, Hector.: "Mejoramiento Vial De 910 Metros Lineales con Concreto Hidráulico de la Calle Central del Municipio de Moyogalpa, Isla de Ometepe, Departamento De Rivas Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, en la ciudad de Managua (NI). Tesis, Título. Ing. Civil.2017.[Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2017]  
Disponible:  
<http://repositorio.unan.edu.ni/3654/1/72177.pdf>



- MENDOZA Carlos, AIRE Carlos, DÁVILA Paula, "Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido" , [Tesis, Título. Ing. Civil]. 2011.  
Disponibile:  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v2n2/v2n2a3.pdf>
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2013. Especificaciones Generales en la construcción de Carretera. • Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016. Manual de Ensayos.
- PALOMINO, Katia, "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plástica" [Tesis, Título. Ing. Civil]. 2015.) [Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2017].  
Disponibile:  
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2143>
- QUISPE, Walter y DE LA CRUZ Wilder. (2014) " Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga - Ayacucho". Huancavelica [Tesis, Título. Ing. Civil]. Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela de Ing. Civil. 164p. [Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2017].  
Disponibile:  
<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/250/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200033.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SIKAFIBER-Concreto Reforzado con Fibras (Construyendo confianza).Rev.3p. [Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2017].  
Disponibile:  
<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjIz8yM9MzYAhXFs1MKHYaiAFkQFghJMAo&url=https%3A%2F%2Fcol.sika.com%2Fdms%2Fgetdocument.get%2F7bef35eb-d2bb-3ea4-b51f-b5bc3c99b1e2%2FConcreto%2520reforzado%2520con%2520fibras.pdf&usg=AOvVaw1m6Fgv5wxrW-0ylbBVSj2Q>

- VALERO, Jhoner. (2015) "Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014". Huancayo [Tesis, Título. Ing. Civil]. Universidad Nacional del centro del Perú, escuela de Ing. Civil. 213p. [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2017].  
 Disponible:  
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/399>
- VALENCIA, Jan , "Análisis de la influencia de la incorporación de microfibras de polipropileno en las propiedades físico matemáticas de un concreto de calidad  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con cemento tipo HE y agregados de las canteras de Cunyac y Vicho". [Tesis, Título. Ing. Civil] .2016. [Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2017].  
 Disponible:  
<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/352>
- VILLANUEVA, E. y YARANGA, H, tesis titulada: "Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concretos de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes, Región Huancavelica". Huancavelica [Tesis, Título. Ing. Civil]. Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela de Ing. Civil. 152 p. (2015) [Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2017].  
 Disponible:  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/260>
- ZORRILLA Santiago y TORRES Miguel, Guía para elaborar La Tesis- 2da Edición (1992). ) [Fecha de consulta: 25 de Octubre del 2017].  
 Disponible:  
<http://www.lecturasinegoismo.com/2017/08/guia-para-elaborar-la-tesis-santiago.html>  
 ISBN: 970-10-0139-7

### ANEXO N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Problema Principal   | Objetivo Principal   | Hipótesis Central  | Variables                                 | Operacionalización de variables |  |
|--|--|--|---|---------------------------------|--|
|  |  |  |   | Dimensión                       | Indicadores  |
| ¿Cómo influye la incorporación de fibras de polipropileno en el mejoramiento funcional del concreto hidráulico en comas - el correo?                   | Determinar la influencia que tiene la incorporación de fibras de polipropileno en el mejoramiento funcional del concreto hidráulico en Comas - El Correo.                  | Si incorporamos fibras de polipropileno al pavimento rígido, entonces se mejorara las propiedades del concreto hidráulico.   | V.I.: fibra de polipropileno              | Ventajas                        | Dispersión de fibras<br>Formación de fisuras               |
|  |  |  |   | Influencia en el concreto       | Resistencia a tracción<br>Dotación de fibras<br>Adherencia |
| Problemas Secundarios  | Objetivos Secundarios  | Hipótesis Secundarias  | Variables                                 | Dimensión                       | Indicadores  |
| ¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en la resistencia del concreto hidráulico, comas - el correo.                        | Determinar La resistencia del concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno para el mejoramiento funcional de un pavimento rígido, Comas- el Correo. | H1: La resistencia del concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno define su mejoramiento funcional. | V.D.: propiedades del concreto Hidráulico | Impermeabilidad                 | - porosidad<br>- contracción                               |
|  |  |  |   | Durabilidad                     | - Relación agua cemento<br>-Desgaste<br>-Tiempo de vida    |
| ¿Cuáles son las fallas que tiene el concreto hidráulico con y sin la incorporación de fibras de polipropileno en un pavimento rígido comas- el correo? | Determinar las fallas del concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno para el mejoramiento funcional de un pavimento rígido, Comas- El Correo.     | H2:Las fallas en el concreto hidráulico se reducirá con la incorporación de fibra de polipropileno                           |   |                                 | -Desempeño en el diseño de pavimento.                      |
| ¿Cuáles son las diferencias del concreto hidráulico tradicional y el concreto hidráulico con la incorporación de fibras de polipropileno?              | Determinar la comparación del concreto hidráulico tradicional y el concreto hidráulico añadiendo fibras de polipropileno.  | H3:Existe relación entre el concreto hidráulico tradicional y el concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno    |   | Resistencia a compresión        | - Diseño de mezclas  |

## ANEXO N°1 RESULTADO DE LABORATORIO



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Lima, 05 Dic. 2017

**OFICIO N° 348 - 2017-MTC /14.01**

Señor:

**BALDEON ALAYO JERRY FRANCES**

Av. Universitaria Mz. C, Lote 7

Lima 25.-

Asunto : Resultados de Ensayos de Laboratorio

Referencia : a) REC N° 256-2017-FPL-501-G  
b) O.S. N° 371-2017-MTC/14.01  
c) Boleta N° B004- N° 0000319

Me dirijo a usted en atención a los documentos de la referencia, a fin de remitir el Informe de Ensayo N° 380-2017-MTC/14.01 (02 folios), de la Dirección de Estudios Especiales, con el resultados de los ensayos de laboratorio, específicamente solicitados y realizados a once (11) muestras de Probetas de concreto de Cemento Portland de 4"x8", declarado por usted como perteneciente al Proyecto: "Mejoramiento Funcional en las Propiedades del Concreto Hidráulico para Pavimentos Rígidos con la Incorporación de Fibra de Polipropileno, Comas, El Correo 2017", procedente de Lima.

Atentamente,



  
Ing. Segundo S. Villalobos Celis  
Dirección de Estudios Especiales  
DIRECTOR (E)

[www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe)

Av. Túpac Amaru N° 150  
Rímac, Lima 25 Perú  
(511) 4813707

## ANEXO N°2 RESULTADO DE LABORATORIO

000001



### LABORATORIO DE LA DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES

#### INFORME DE ENSAYO N° 380 - 2017 - MTC/14.01

|                    |  |                |                              |
|--------------------|--|----------------|------------------------------|
| SOLICITANTE        | DALDEON ALAYO JERRY FRANCIS  | MUESTRA        | : Probetas de concreto 4"x8" |
| DOMICILIO LEGAL    | : Av. Universitaria Mza. C, Lote 7   | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica           |
| PROYECTO           | : "Mejoramiento Funcional en las Propiedades del Concreto Hidraulico para Pavimentos Rígidos con la Incorporación de Fibra de Polipropileno, Comas, El Correo 2017". | CANTIDAD       | : 11 unidades                |
| REFERENCIA         | : REC N° 256-2017-FPL-501-G  | PRESENTACIÓN   | : -.-                        |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2017.11.30.  | FECHA DE ENSAY | : 2017.11.30.                |

#### NTP 339.034 : 2015 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

| N° DE TESTIGO | IDENTIFICACIÓN                           | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|--|-----------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 01            | Probetas de Concreto 10x20 cm. Con Fibra | 25/10/17        | 30/11/17        | 36          | 10.14      | 80.8                    | 25,580     | 317                               |
| 02            |  | 25/10/17        | 30/11/17        | 36          | 10.19      | 81.6                    | 24,930     | 306                               |
| 03            |  | 25/10/17        | 30/11/17        | 36          | 10.14      | 80.8                    | 23,340     | 289                               |
| 04            | Probetas de Concreto 10x20 cm. Sin Fibra | 25/10/17        | 30/11/17        | 36          | 10.18      | 81.4                    | 25,480     | 313                               |
| 05            |  | 25/10/17        | 30/11/17        | 36          | 10.14      | 80.8                    | 25,730     | 318                               |
| 06            |  | 25/10/17        | 30/11/17        | 36          | 10.15      | 80.9                    | 25,880     | 320                               |
| 07            | Probetas de Concreto 10x20 cm. Sin Fibra | 22/11/17        | 30/11/17        | 8           | 10.18      | 81.4                    | 26,280     | 323                               |
| 08            |  | 22/11/17        | 30/11/17        | 8           | 10.16      | 81.1                    | 29,500     | 364                               |
| 09            |  | 22/11/17        | 30/11/17        | 8           | 10.07      | 79.6                    | 25,770     | 324                               |

|   |                     |        |                 |       |                   |
|---|---------------------|--------|-----------------|-------|-------------------|
| Marca   | : ELE INTERNATIONAL | Modelo | : N° 36-3088/02 | Serie | : N° 080900000008 |
| Fecha de calibración: 2016.03.18 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static uniaxial testing machines" |                     |        |                 |       |                   |

**Observaciones**

- Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante, procedente de Lima.
- Fecha de orden de ensayo: 2017.11.30.
- Las muestras han sido ensayadas a las edades indicadas a solicitud expresa del interesado.
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**CESAR FERREYROS CORCUERA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 66334  
 Lima, 4 de diciembre del 2017

UMC (1/2)  
jgfpchc  
O.S. N°371



**LABORATORIO**



**DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 · Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

## ANEXO N°3 RESULTADO DE LABORATORIO

### LABORATORIO DE LA DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES

#### INFORME DE ENSAYO N° 380 - 2017 - MTC/14.01

|                    |  |                |                              |
|--------------------|--|----------------|------------------------------|
| SOLICITANTE        | BALDEON ALAYO JERRY FRANCES  | MUESTRA        | : Probetas de concreto 4"x8" |
| DOMICILIO LEGAL    | : Av. Universitaria Mza. C, Lote 7   | IDENTIFICACIÓN | : La que se indica           |
| PROYECTO           | : "Mejoramiento Funcional en las Propiedades del Concreto Hidraulico para Pavimentos Rígidos con la Incorporación de Fibra de Polipropileno, Comas, El Correo 2017". | CANTIDAD       | : 11 unidades                |
| REFERENCIA         | : REC N° 256-2017-FPL-501-G  | PRESENTACIÓN   | : - , -                      |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 2017.11.30.  | FECHA DE ENSAY | : 2017.11.30.                |

#### NTP 339.034 : 2015 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

| N° DE TESTIGO   | IDENTIFICACIÓN                           | FECHA DE MOLDEO  | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | DIÁM. (cm) | ÁREA (cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--|--|-----------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|
| 10  | Probetas de Concreto 10x20 cm. Con Fibra | 22/11/17   | 30/11/17        | 8           | 10.15      | 80.9                    | 26.660     | 330                               |
| 11  |  | 22/11/17   | 30/11/17        | 8           | 10.17      | 81.2                    | 26.510     | 326                               |
| <b>Marca</b> : ELE INTERNATIONAL <b>Modelo</b> : N° 36-3088/02 <b>Serie</b> : N° 080900000008 |  | <b>Fecha de calibración:</b> 2016 03.18 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static uniaxial testing machines" |                 |             |            |                         |            |                                   |

#### Observaciones

- Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante, procedente de Lima.
- Fecha de orden de ensayo: 2017.11.30.
- Las muestras han sido ensayadas a las edades indicadas a solicitud expresa del interesado.
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**CESAR A. FERREYROS CORCUERA**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 66334

Lima, 4 de diciembre del 2017

UMG (2/2)  
jg/pchc  
O.S. N°371



**LABORATORIO**



**DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 · Rimac.

Tel.: 481-3707

Fax: 481-0677



## ANEXO N°4 RESULTADO DE LABORATORIO

000001



**PERÚ**

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

### LABORATORIO DE LA DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES

#### INFORME DE ENSAYO N° 380 - 2017 - MTC/14.01

|                           |  |                        |                            |
|---------------------------|--|------------------------|----------------------------|
| <b>SOLICITANTE</b>        | BALDEON ALAYO JERRY FRANCES  | <b>MUESTRA</b>         | Probetas de concreto 4"x8" |
| <b>DOMICILIO LEGAL</b>    | Av. Universitaria Mza. C, Lote 7   | <b>IDENTIFICACIÓN</b>  | La que se indica           |
| <b>PROYECTO</b>           | "Mejoramiento Funcional en las Propiedades del Concreto Hidraulico para Pavimentos Rigidos con la Incorporacion de Fibra de Polipropileno, Comas, El Correo 2017". | <b>CANTIDAD</b>        | 11 unidades                |
| <b>REFERENCIA</b>         | REC N° 256-2017-FPL-501-G  | <b>PRESENTACIÓN</b>    | - , -                      |
| <b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> | 2017.11.30.  | <b>FECHA DE ENSAYO</b> | 2017.10.30.                |

**NTP 339.078: 2012 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO.**

| TESTIGO N° | IDENTIFICACIÓN   | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | LONGITUD (L) (cm) | ANCHO PROMEDIO (b) (cm) | ALTURA PROMEDIO (h) (cm) | CARGA MÁXIMA (kg) | MÓDULO DE ROTURA |                       |
|------------|--|-----------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|            |  |                 |                 |             |                   |                         |                          |                   | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 17         | Vigas Prismáticas<br>f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup><br>Sin Aditivo | 16/09/17        | 25/09/17        | 9           | 530               | 15.1                    | 14.9                     | 2 480.0           | 3.8              | 39.2                  |
| 19         | Vigas Prismáticas<br>f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup><br>Con Aditivo | 16/09/17        | 25/09/17        | 9           | 529               | 15.1                    | 14.8                     | 2 540.0           | 4.0              | 40.6                  |

**OBSERVACIONES:**

- Vigas de concreto hidráulico tomadas, remitidas e identificadas por los interesados, procedentes de Lima.
- Fecha de orden de ensayo: 2017.09.22
- Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Indecopi N° 0002-98/INDECOPI.CRT del 07.01.98)
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




ING. J.C. FLORES C.  
MTC (3/3)  
mgf  
O.S. N°280



JUAN MIGUEL FLORES  
Lima, 06 de octubre del 2017

ANEXO N°5 RECOLECCION DE DATOS DEL LABORATORIO


**PERU** Ministerio de Transportes y Comunicaciones

NTP 118.034 2008 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
 ORDEN DE SERVICIO N° 737 -2017-MTC/1481

**1 Referencia**

Código Testigo: 001

Cilindro Recto

Altura del Cilindro (mm): 20.26

Altura del Cilindro (mm): 20.00 \* ALTEZA PROMEDIO 20.18 cm

Cilindro Diámetro

Diámetro del Cilindro (mm): 10.02


Diámetro del Cilindro (mm): 10.26 \* DIÁMETRO PROMEDIO 10.16 cm

Peso Testigo (kg): 3.279

Carga (kg): 26.220

Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>): 3.22.8

Tipo de Falla: \_\_\_\_\_



**2 Referencia**

Código Testigo: 002

Cilindro Recto

Altura del Cilindro (mm): 20.42

Altura del Cilindro (mm): 20.22 \* ALTEZA PROMEDIO 20.32 cm

Cilindro Diámetro

Diámetro del Cilindro (mm): 10.15


Diámetro del Cilindro (mm): 10.16 \* DIÁMETRO PROMEDIO 10.16 cm

Peso Testigo (kg): 3.273

Carga (kg): 29.500

Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>): 3.63.8

Tipo de Falla: \_\_\_\_\_



**3 Referencia**

Código Testigo: 003

Cilindro Recto

Altura del Cilindro (mm): 20.20

Altura del Cilindro (mm): 20.04 \* ALTEZA PROMEDIO 20.12 cm

Cilindro Diámetro

Diámetro del Cilindro (mm): 10.01

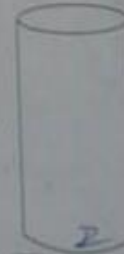
Diámetro del Cilindro (mm): 10.13 \* DIÁMETRO PROMEDIO 10.07 cm

Peso Testigo (kg): 3.274

Carga (kg): 25.170

Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>): 3.23.6

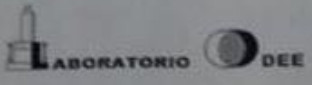
Tipo de Falla: \_\_\_\_\_



ING. HENRY C. OMBEZ CASTILLO  
 Unidad Ejecutora de Control  
 Director de Estudios y Experimentos  
 DISEÑO: MTC


TIPO DE FALLAS:  A  B  C  D  E  F

Lima Veinte y 01 de Diciembre de 2017


 LABORATORIO DEE  
 Av. Tiqui Anaco N°150 - Rimac. Tel.: 481.3707 Fax: 481.0877



ANEXO N°6 RECOLECCION DE DATOS DEL LABORATORIO



**PERÚ** Ministerio de Transportes y Comunicaciones

NTP 339.034: 2008. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ORDEN DE SERVICIO N° 7-331 -2017-MTC/14.01

**1 Reference**  
(Código Testigo) 001

\* **Cylinder Height**  
(Altura del Cilindro (cm)) 20.10  
(Altura del Cilindro (cm)) 20.30 \* ALTURA PROMEDIO 20.20 cm


\* **Cylinder Diameter**  
(Diámetro del Cilindro (cm)) 10.15  
(Diámetro del Cilindro (cm)) 10.13 \* DIÁMETRO PROMEDIO 10.14 cm

\* Peso Testigo (kg) 3.975

\* Carga (kg) 25580

\* Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>) 316,8

\* Tipo de Falla \_\_\_\_\_



**2 Reference**  
(Código Testigo) 002

\* **Cylinder Height**  
(Altura del Cilindro (cm)) 20.15  
(Altura del Cilindro (cm)) 20.01 \* ALTURA PROMEDIO 20.08 cm

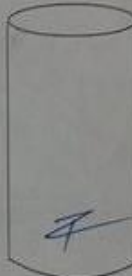
\* **Cylinder Diameter**  
(Diámetro del Cilindro (cm)) 10.16  
(Diámetro del Cilindro (cm)) 10.22 \* DIÁMETRO PROMEDIO 10.19 cm

\* Peso Testigo (kg) 3.956

\* Carga (kg) 24930

\* Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>) 305,7

\* Tipo de Falla \_\_\_\_\_



**3 Reference**  
(Código Testigo) 003

\* **Cylinder Height**  
(Altura del Cilindro (cm)) 20.18  
(Altura del Cilindro (cm)) 20.20 \* ALTURA PROMEDIO 20.19 cm

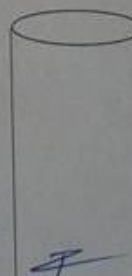
\* **Cylinder Diameter**  
(Diámetro del Cilindro (cm)) 10.12  
(Diámetro del Cilindro (cm)) 10.15 \* DIÁMETRO PROMEDIO 10.14 cm

\* Peso Testigo (kg) 3910

\* Carga (kg) 23340

\* Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>) 2890

\* Tipo de Falla \_\_\_\_\_




TIPO DE FALLAS

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |
| A | B | C | D | E | F |

TEC. PERCY C. CHÁVEZ CASTILLO  
Unidad Muestras de Concreto  
Dirección de Estudios Especiales  
DGCyE - MTC

Lima, Viernes 01 de Diciembre de 2017

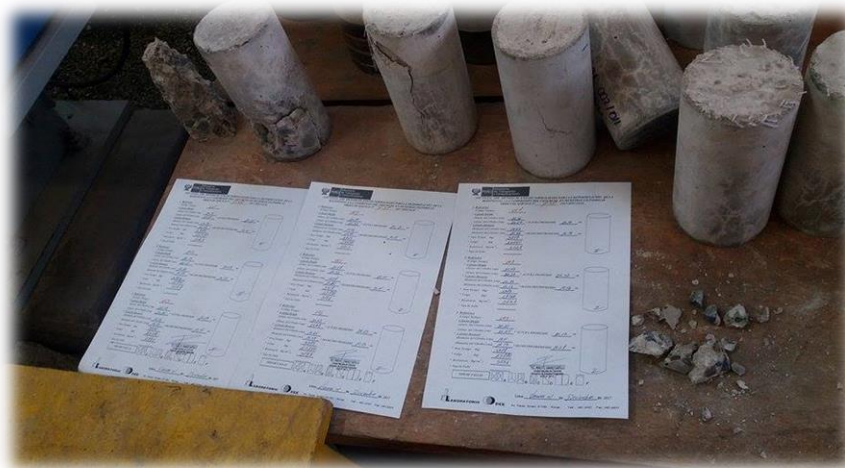


Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac, Tel.: 481-3707 Fax: 481-0677

## ANEXO N°8 LABORATORIO DE ENSAYOS



## ANEXO N°9 RECOLECCION DE RESULTADOS DE LAS PROBETAS





## HOJA TÉCNICA

# Sikafiber® PE

Fibra de Polipropileno para el refuerzo de concreto

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikafiber® PE, es un refuerzo de fibra de polipropileno modificada que evita el agrietamiento de concretos y morteros.

Sikafiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.

Durante la mezcla Sikafiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

- Mortero y concreto proyectado. (Shotcrete).
- Paneles de fachada.
- Elementos prefabricados.
- Revestimientos de canales.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

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:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.
- Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- En mayor cuantía mejora la resistencia a la tracción y a la comprensión.
- La acción del Sikafiber PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

### DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Fibra

COLOR

Crema

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | <b>PRESENTACIÓN</b><br>Bolsa de 600 gr  |
| <b>ALMACENAMIENTO</b> | <b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b><br>Un año en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.   |
| <b>DATOS TÉCNICOS</b> | <b>DENSIDAD REAL APROX.</b><br>0,91 kg/L.<br><b>ABSORCIÓN DE AGUA</b><br>Ninguna<br><b>MÓDULO DE ELASTICIDAD</b><br>15,000 kg/cm <sup>2</sup><br><b>ALARGAMIENTO DE ROTURA</b><br>20-30%<br><b>RESISTENCIA A TRACCIÓN</b><br>300 - 350 kg/cm <sup>2</sup><br><b>RESISTENCIA QUIMICA</b><br>Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacteria.<br><b>DURABILIDAD</b><br>Indefinida<br><b>TEMPERATURA DE FUSIÓN</b><br>160-170 °C<br><b>LONGITUD</b><br>19 mm<br><b>NORMA</b><br>A los concretos a los que se agregado Sikafiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116<br><b>PRECAUCIONES</b><br>Sikafiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo.<br>La adición de Sikafiber® PE no evita las grietas derivadas de un mal dimensionamiento y aunque ayuda a controlarlo, no evita las grietas producto de un deficiente curado .<br>La adición de Sikafiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika. |

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b> | <b>MODO DE EMPLEO</b><br>Se agrega, en planta o a pie de obra directamente a la mezcla de concreto o mortero. No disolver en el agua de amasado. Una vez añadido el Sikafiber® PE basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos.<br><b>DOSIFICACIÓN</b><br>El Sikafiber® PE se empleará para todo tipo de concretos hasta $f'c = 300$ kg/cm <sup>2</sup> se debe usar 600 gr por m <sup>3</sup> de concreto y para concretos de alta resistencia mayores a $f'c = 300$ kg/m <sup>2</sup> se colocará 1 kg/m <sup>3</sup><br>Usar de 2 a 8 Kg. En caso de mezcla de shotcrete |
|-----------------------------|---|

## INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

|   |   |
|---|---|
| <b>PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION</b> | Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico. |
|---|---|



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Civil

AUTOR:

Baldeon Alayo ,Jerry Frances

ASESOR:

Mg. Delgado Ramirez Felix

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERU

2017

Resumen de coincidencias

23 %

Se está viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- 1 www.digital.unal.edu... 1% >  
Fuente de internet
- 2 www.galminet.com 1% >  
Fuente de internet
- 3 www.construccion.com... 1% >  
Fuente de internet
- 4 teonshorn.weebly.com 1% >  
Fuente de internet
- 5 Entregado a Colegio La... 1% >  
Trabajo del estudiante
- 6 www.galminet.com 1% >  
Fuente de internet
- 7 vdocuments.site 1% >  
Fuente de internet
- 8 www.gocorreo.com.mx 1% >  
Fuente de internet
- 9 jhonrodrigueztoro.blogspot... 1% >  
Fuente de internet
- 10 www.scielo.org.mx 1% >  
Fuente de internet
- 11 ingenieria-uno.blogspot... 1% >  
Fuente de internet



Yo,

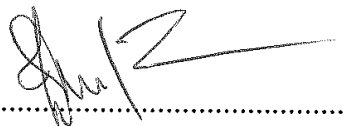
**Felix Delgado Ramirez**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima norte, revisor de la tesis titulada:

**“Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017”**

del (de la) estudiante **Baldeon Alayo Jerry Frances** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha 09 de Diciembre del 2017



.....  
Firma

Nombres y apellidos del docente:

Msc. Felix Delgado Ramirez

DNI: .....*7226422*.....

|         |                            |        |   |        |           |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

BALDEON ALAYO JERRY FRANCIS  
D.N.I. : 47417890  
Domicilio : Av. UNIVERSITARIA MZ. C-21 Q7  
Teléfono : Fijo : 6972224 Móvil : 982422001  
E-mail : jerry.baldeon@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA  
Escuela : INGENIERIA CIVIL  
Carrera : INGENIERIA CIVIL  
Título : INGENIERO CIVIL

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

BALDEON ALAYO JERRY FRANCIS

Título de la tesis:

Mejoramiento Funcional en las pautas del concreto  
Hormónes inorgánicas, fibras de Polipropileno al pavimento  
rigido, Comas - El Comayo, 2017

Año de publicación : 2017

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte,  
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 18-12-2018



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*BALDÓN ALAYO, JORJY FRANCIS*

INFORME TITULADO:

*Medicamiento Funcional en las Propiedades del concreto  
Hidráulico incorporando Fibras de Polipropileno Rizado,  
Lima - El Callao, 2017*

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

---

SUSTENTADO EN FECHA:

*09/12/2017*

NOTA O MENCIÓN :

*12 (DOCS)*



*[Signature]*  
Firma del Encargado de Investigación de  
Ingeniería Civil



