

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Control de fisuras por retracción en estado plástico  
en pavimentos de concreto mediante fibras de  
polipropileno, Cotabambas, Apurímac 2021**

Aníbal Aldo Huacho Ochoa

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

### **Agradecimientos:**

A mi familia, que es mi motivo para seguir adelante; al Doctor Abel Alberto Muñiz Paucarmayta, quien me impulsó en todo momento; y a mi compañera de vida, que siempre me incentivó a culminar esta investigación.

**Dedicatorias:**

A Dios, por nunca desampararme y estar junto a mí, proporcionándome sabiduría y fortaleza para afrontar y superar todos los retos que aparecen en la vida.

A mis padres, Victoria y Aldo; a mi hermano Gonzalo; y a mi compañera Liz, por estar siempre a mi lado en todo momento, brindándome su apoyo absoluto durante todo mi ciclo de formación profesional.

## ÍNDICE

Agradecimientos:.....	ii
Dedicatorias:.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	15
1.1.1. Problema general.....	16
1.1.2. Problemas específicos.....	16
1.2. Objetivos.....	16
1.2.1. Objetivo general.....	16
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	17
1.3.1. Justificación teórica.....	17
1.3.2. Justificación práctica.....	17
1.3.3. Justificación metodológica.....	17
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	18
1.4.1. Hipótesis.....	18
1.4.1.1. Hipótesis general.....	18
1.4.1.2. Hipótesis específicas.....	18
1.4.2. Descripción de variables.....	18
1.4.2.1. V1: Fibras de polipropileno.....	18
1.4.2.2. V2: Fisuras por retracción.....	18
1.4.3. Operacionalización de variables:.....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Antecedentes del problema.....	20
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20

2.1.2. Antecedentes nacionales.....	22
2.2. Bases teóricas .....	24
2.2.1. Fibras de polipropileno.....	24
2.2.1.1. Características de las fibras de polipropileno.....	25
2.2.2. Fisuras por retracción plástica.....	28
2.2.2.1. Tipos de fisuras por retracción plástica.....	28
2.2.2.2 Tipos de fisuras según al ancho.....	29
2.3. Definición de términos básicos.....	29
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
3.1. Método y alcance de la investigación.....	31
3.1.1. Método: Científico .....	31
3.1.2. Tipo: Aplicado.....	31
3.1.3. Nivel: Explicativo.....	32
3.2. Diseño de investigación.....	32
3.2.1. Diseño: Experimental .....	32
3.3. Población y muestra .....	33
3.3.1. Población .....	33
3.3.2. Muestra.....	33
3.3.3. Muestreo: No probabilístico.....	33
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.4.1. Técnica: Observación directa .....	34
3.4.2. Instrumento: Ficha de recolección de información. ....	34
3.4.3. Validez.....	34
3.4.4. Confiabilidad.....	35
3.5. Procedimiento.....	35
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos éticos. ....	36
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS - RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
4.1. Descripción de la zona de estudio .....	37
4.1.1. Ubicación.....	37
4.1.2. Características de la zona de estudio .....	37
4.2. Estudios previos.....	37

4.2.1. Estudios de campo.....	37
4.2.2. Estudios de laboratorio.....	38
4.2.2.1. Diseño de mezclas.....	38
4.2.2.2. Fibras de polipropileno.....	39
4.3. Análisis de la información.....	40
4.3.1. Estimación de la variación de la longitud de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.....	42
4.3.2. Cuantificación del cambio del tiempo de aparición de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.....	46
4.3.3. Determinación de la variación del ancho de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.....	49
4.3.4. Determinación la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto la adición de fibras de polipropileno. ....	53
4.4. Resultados de la información.....	57
4.4.1. Estimación de la variación de la longitud de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.....	57
4.4.2. Cuantificación del cambio del tiempo de aparición de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.....	58
4.4.3. Determinación de la variación del ancho de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.....	60
4.4.4. Determinación de la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de polipropileno.....	61
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	62
Discusión 1:.....	63
Discusión 2:.....	63
Discusión 3:.....	64

Discusión 4: .....	65
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	66
Conclusión 1:.....	66
Conclusión 2:.....	66
Conclusión 3:.....	66
Conclusión 4:.....	66
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIÓN.....	68
Recomendación 1: .....	68
Recomendación 2: .....	68
Recomendación 3: .....	68
Recomendación 4: .....	68
REFERENCIAS .....	69
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	71
ANEXO 2: FICHA DE OBSERVACIÓN. ....	73
ANEXO 3: DISEÑO DE MEZCLAS. ....	78
ANEXO 4: ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	83
ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DE LA FIBRA DE POLIPROPILENO .....	87
ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO .....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1	Variación de fisuras según la dosificación. ....	27
Tabla 2. 2	Tipo de fisuración respecto al tiempo de fraguado. ....	28

### CAPÍTULO 3

Tabla 3. 1	Esquema de diseño de investigación.....	33
Tabla 3. 2	Rangos de validez.....	34
Tabla 3. 3	Tabla de resumen de validez para las V1 y V2 según los expertos. ....	35
Tabla 3. 4	Rangos de confiabilidad e interpretación.....	35

### CAPÍTULO 4

Tabla 4. 1	Diseño de mezclas.....	39
Tabla 4. 2	Propiedades de las fibras de polipropileno.....	40
Tabla 4. 3	Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón.....	41
Tabla 4. 4	Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3.....	41
Tabla 4. 5	Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón.....	42
Tabla 4. 6	Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3.....	43
Tabla 4. 7	Análisis de información para el OE1 con los resultados del Concreto Patrón.....	43
Tabla 4. 8	Análisis de información para el OE1 con los resultados del Concreto Fibrorreforzado1 CF1 300gr/m3.....	44
Tabla 4. 9	Resumen de longitudes por cada paño y porcentaje que se redujo.....	44
Tabla 4. 10	Longitud de fisuras en los paños de prueba.....	45
Tabla 4. 11	Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón.....	47
Tabla 4. 12	Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3.....	47

Tabla 4. 13	Análisis de la variación del tiempo de aparición de fisuras con adición de fibras.....	48
Tabla 4. 14	Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón.....	50
Tabla 4. 15	Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3.....	50
Tabla 4. 16	Resumen de anchos de fisuras para el Concreto Patrón.....	51
Tabla 4. 17	Resumen de anchos de fisuras para el Concreto Fibrorreforzado1 CF1 300gr/m3.....	51
Tabla 4. 18	Clasificación de anchos de fisuras para todos los paños.....	52
Tabla 4. 19	Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón.....	54
Tabla 4. 20	Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3.....	54
Tabla 4. 21	Análisis del Área de fisuras para el OG1 en el Concreto Patrón.....	55
Tabla 4. 22	Análisis del Área de fisuras para el OG1 en el OG1 en el Concreto Fibrorreforzado1 CF1 300gr/m3.....	55
Tabla 4. 23	Reducción de la cantidad de fisuras respecto.....	56
Tabla 4. 24	Longitud de fisuras por cada paño y porcentaje de reducción para cada paño.....	57
Tabla 4. 25	Variación del tiempo de aparición de fisuras con adición de fibras.....	58
Tabla 4. 26	Clasificación de anchos de fisuras para tipo de concreto con distinta dosificación de fibras.....	60
Tabla 4. 27	Reducción de la cantidad de fisuras respecto al área del paño.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1. 1	Concreto con fisuras por retracción plástica. ....	15
Figura 1. 2	Concreto con fisuras por retracción plástica .....	16

### CAPÍTULO 2

Figura 2. 1	Fibras de polipropileno.....	25
Figura 2. 2	Concreto sin microfibras y con microfibras .....	26
Figura 2. 3	Macrofibras .....	27

### CAPÍTULO 4

Figura 4. 1	Variación de la longitud de fisuras respecto al incremento de fibras en el concreto .....	46
Figura 4. 2	Tiempo de aparición de fisuras respecto al tipo de concreto .....	49
Figura 4. 3	Cantidades de distintos anchos con respecto al tipo de concreto .....	53
Figura 4. 4	Porcentaje de fisuras respecto al tipo de concreto.....	56
Figura 4. 5	Variación de la longitud de fisuras respecto al incremento de fibras en el concreto. ....	58
Figura 4. 6	Cantidad de fisuras por cada dosificación de fibras relacionado con el tiempo.....	59
Figura 4. 7	Anchos de fisuras para cada tipo de dosificación de fibras.....	61
Figura 4. 8	Porcentaje de fisuras respecto al tipo de concreto.....	61

## RESUMEN

La investigación titula: “Control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de concreto mediante fibras de polipropileno, Cotabambas, Apurímac 2021”, y fija como objetivo determinar la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de polipropileno. Se aplicó el método científico, del tipo aplicada, del nivel de estudio explicativa, y diseño experimental. Los resultados fueron: en el Concreto Patrón hay un área total de 342.4 mm<sup>2</sup>, en el concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> se presentó un área total de 8.25 mm<sup>2</sup>, logrando una reducción de fisuras al incremento de fibras de polipropileno. Pues en los concretos CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no se presentó ninguna fisura. En porcentaje tomando el Concreto Patrón como 100%, en el Concreto Fibroreforzado1 CF1 300gr/m<sup>3</sup> se redujo en 96.13%, y 100% de reducción para los paños CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup>. La investigación concluye que: el área de fisuras que aparece en cada paño de cada tipo de concreto, en el C.P. tomado como referencia hay un área total de 342.4 mm<sup>2</sup> en fisuras, mientras que en el concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> se presentó un área total de 8.25 mm<sup>2</sup> en fisuras, originándose una reducción proporcional al incremento de fibras de polipropileno, simultáneamente en los concretos CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no se presentó ninguna fisura, por ende, no hay áreas de fisuración.

**Palabras clave:** Retracción, estado plástico, fibras de polipropileno, concreto fibrorreforzado, fisura.

## ABSTRACT

The research is entitled: "Control of shrinkage cracks in plastic state in concrete pavements using polypropylene fibers, Cotabambas, Apurímac 2021", and sets the objective to determine the reduction of shrinkage cracks in plastic state of concrete pavements with the addition of polypropylene fibers. The scientific method, applied type, explanatory study level, and experimental design were applied. The results were: in the Master Concrete there is a total area of 342.4 mm<sup>2</sup>, in the CF1 concrete 300gr / m<sup>3</sup> a total area of 8.25 mm<sup>2</sup> was presented, achieving a reduction of cracks due to the increase of polypropylene fibers. Well, in the concretes CF2 600gr / m<sup>3</sup> and CF3 1200gr / m<sup>3</sup> there were no cracks. In percentage, taking the Standard Concrete as 100%, in the Fiber-reinforced Concrete1 CF1 300gr / m<sup>3</sup> it was reduced by 96.13%, and 100% reduction for the CF2 600gr / m<sup>3</sup> and CF3 1200gr / m<sup>3</sup> panels. The research concludes that: the area of cracks that appears in each panel of each type of concrete, in the C.P. Taken as a reference, there is a total area of 342.4 mm<sup>2</sup> in cracks, while in the concrete CF1 300gr / m<sup>3</sup> a total area of 8.25 mm<sup>2</sup> was presented in cracks, originating a reduction proportional to the increase in polypropylene fibers, simultaneously in the concrete CF2 600gr / m<sup>3</sup> and CF3 1200gr / m<sup>3</sup> there were no cracks, therefore there are no cracking areas.

**Keywords:** Retracción, plastic state, polypropylene fibers, fiber reinforced concret, fissure.

## INTRODUCCIÓN

El concreto convencional fue ideado para hacer frente a las exigencias de las edificaciones del momento, sin importar cuáles fueran su estilo y uso, sin embargo, el concreto ha ido tomando relevancia en otros campos, en donde su usanza era prácticamente desechada. El uso del concreto como superficie de rodadura, que en principio se diseñó para vías, hoy en día se aplica en la construcción de pisos industriales de grandes dimensiones (bodegas, almacenes, estacionamientos, etc.). El concreto en estado plástico para estas actividades está sometido a la intemperie y en contacto con el suelo, pierde rápidamente el contenido de agua, a su vez al evaporarse el agua se genera un vacío interno que el concreto trata de llenar, provocando que haya desprendimiento y esfuerzos internos, cuando estos superan al del concreto joven, es decir en estado plástico, se generan fisuras, que al no remediarlas puede generar daños mayores cuando se ponga en servicio la estructura, pues puede ser el ingreso al interior de agentes dañinos, a su vez que el surgimiento de varias fisuras dan un aspecto antiestético. A raíz de esto, y como medida de solución, es que se plantea la aplicación de fibras de polipropileno en el interior de la matriz del concreto.

Las fibras homogéneamente distribuidas dentro de una mezcla de concreto constituyen un refuerzo secundario, el cual por un lado es eficiente en la reducción de fisuras por retracción y, por otro, confiere a la mezcla de concreto mayor ductilidad. Este busca dar solución a los problemas propios del concreto, como es el surgimiento de fisuras en estado plástico, es decir cuando el hormigón es joven aun y comienza a coger cuerpo sin perder trabajabilidad, y aun es moldeable. Para comprobar la eficacia del uso de fibras de polipropileno se moldeó un pavimento estándar, el cual se dividió en 4 paños de igual sección: 2.50 x 2.50 x 0.15m, y se usó un diseño de mezclas con resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kgf/cm}^2$  con agregados propios de la zona, a este diseño se le adicionó diferentes cantidades de fibras de polipropileno y así comprobar la hipótesis preliminar.

Este trabajo de investigación está dividido en los siguientes capítulos:

Capítulo I, comprende el planteamiento del problema, abarcando los ámbitos internacional y nacional, y a raíz de esto plantear el problema y objetivos, así como presentar la justificación y delimitación espacial. En este capítulo se dividieron los problemas y objetivos en generales y específicos.

Capítulo II, muestra el marco teórico, que a su vez indica los estudios precedentes. En este capítulo se investiga los antecedentes, tanto nacionales como internacionales, evidenciando que el tema elegido se viene estudiando arduamente; también se toca el marco conceptual, las hipótesis general y específica. El capítulo concluye con la definición y operacionalización de términos de la variable independiente y la variable dependiente.

Capítulo III, en este apartado se desarrolló la metodología utilizada, el cómo se efectuará la investigación, cómo se determinó el método de la investigación, detallando el tipo de esta, el nivel de estudio, el diseño de la investigación; y, asimismo, en este capítulo se da a conocer las técnicas e instrumentos que se utilizarán para la recolección de datos.

Capítulo IV, se presentan, la recopilación de datos de los trabajos realizados en campo, el análisis de estos datos, y se muestran los resultados, demostrando la influencia de las fibras de polipropileno en la investigación.

Capítulo V, se desarrollan las discusiones respecto a los resultados obtenidos, contrastándolos con los que se encontraron en nuestros antecedentes nacionales e internacionales propuestos.

Capítulo VI: se determinan las conclusiones de las discusiones con base a los resultados, donde se sabe que los objetivos propuestos son cumplidos.

Capítulo VII, se desarrollan las recomendaciones, es decir medidas necesarias que podemos abordar con base al tema propuesto.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Planteamiento y formulación del problema

A nivel mundial el concreto es el material más usado y esencial para una gran industria como es la construcción, gracias al costo y la resistencia que presenta ante la compresión durante el tiempo. Sin embargo, también es cierto que tiene índices bajos de resistencia a la tracción, a golpes y cambios bruscos de humedad. Esto se ocasiona porque en edades tempranas del fraguado del elemento hay una liberación de calor, como la reacción exotérmica, que produce evaporación del agua y, consecuentemente, la pérdida del agua en el concreto PSI (2020).

Según la revista Construye Perú (2018): “Un pavimento rígido es aquel elemento estructural que está formado por losas de concreto armado o simple, que descansa sobre una superficie que es la base compactada. Las cargas a las que será sometida el pavimento son asumidas y absorbidas por la losa de concreto, es por ello que la losa debe ser construida en perfectas condiciones para que cuando esté en funcionamiento no presente daños prematuros”.



*Figura 1. 1 concreto con fisuras por retracción plástica.*



*Figura 1. 2 concreto con fisuras por retracción plástica*

### **1.1.1. Problema general**

- ¿Cuánto reducen las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto la adición de fibras de polipropileno?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuánto varía la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno?
- ¿Cuánto cambia el tiempo de aparición de las fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno?
- ¿Cuánto varía el ancho de las fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Cuantificar la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Estimar la variación de la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno.
- Cuantificar el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno.
- Precisar la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos rígidos con la adición de fibras de polipropileno.

### **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

#### **1.3.1. Justificación teórica**

Este trabajo de investigación será de importancia, pues dará a conocer la causa de las fisuras del concreto por retracción plástica del concreto, y, por ende, dar una solución para esta complicación común del concreto cuando es utilizado para la construcción de losas y pavimentos.

#### **1.3.2. Justificación práctica**

En cuanto culmine la indagación, las personas relacionadas a la gran industria de la construcción conocerán la manera correcta del uso de las fibras sintéticas en losas y pavimentos rígidos para la reducción de fisuras; asimismo, que las fibras no reemplazan al refuerzo principal, sino que sirven como refuerzo secundario, ya que las fibras actúan de mejor manera cuando el concreto aún no ha fraguado.

#### **1.3.3. Justificación metodológica**

Este trabajo de averiguación se basará en la comparación de una mezcla patrón, y otra mezcla con la aplicación de fibras a diferente proporción volumétrica de concreto. A estas muestras se les hará seguimiento y recopilación de datos en cuanto a la variación de las características del concreto en estado plástico, luego se realizará una interpretación de resultados, y así obtener respuestas.

## **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

### **1.4.1. Hipótesis**

#### **1.4.1.1. Hipótesis general**

Las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de polipropileno, se reducen significativamente.

#### **1.4.1.2. Hipótesis específicas**

- La longitud de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno, varía significativamente.
- El tiempo de aparición de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno, cambia significativamente.
- El ancho de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno, varía significativamente.

### **1.4.2. Descripción de variables**

#### **1.4.2.1. V1: Fibras de polipropileno**

Definición conceptual: Las fibras sintéticas son naturales o fibras artificiales resultantes de la investigación y desarrollo en las industrias petroquímica y textil. Los tipos de fibras sintéticas son: acrílico, aramida, carbono, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno. Kosmatka et al (2004) p.157.

Definición operacional: La variable fibras de polipropileno se operacionaliza a través sus dimensiones: longitud de fibras, dosificación de fibras, forma de fibras; que vienen a ser sus características.

#### **1.4.2.2. V2: Fisuras por retracción.**

Definición conceptual: La retracción por secado del concreto es básicamente la disminución de volumen originada por pérdida de agua. La retracción por secado se puede explicar como la deformación lineal dependiente del tiempo a temperatura constante medida sobre una probeta no cargada que se deja secar. ACI 224R-1 (2001) p.12.

Definición operacional: La variable fisuras por retracción se operacionaliza mediante sus dimensiones: longitud de fisuras, tiempo de aparición de fisuras, ancho de fisuras; que vienen a ser sus características.

### 1.4.3. Operacionalización de variables:

#### MATRIZ OPERACIONAL

**TÍTULO: CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN EN ESTADO PLÁSTICO DE PAVIMENTOS CONCRETO MEDIANTE FIBRAS DE POLIPROPILENO, CAMANÁ, AREQUIPA 2021.**

**AUTOR: ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Fibras de polipropileno	Las fibras sintéticas son naturales o fibras artificiales resultantes de la investigación y desarrollo en las industrias petroquímica y textil. Los tipos de fibras sintéticas son: acrílico, carbono, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno. (ACI 544.1R-96, 2002)	La V1 se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: Longitud de fibras, D2: Dosificación de fibras, D3: Forma de fibras; que vienen a ser sus características; y su vez cada dimensión se descompone en tres indicadores.	D1: Longitud de fibras  D2: Dosificación de fibras  D3: Forma de fibras	I1: Microfibras I2: Macrofibras I3: Mixtas  I1: 300 gr/m3 I2: 600 gr/m3 I3: 1200 gr/m3  I1: Monofilamento I2: Fibriladas	Ficha de recopilación de información	Razón
V2: Fisuras por retracción del concreto	La retracción por secado del concreto es la disminución de volumen provocada por pérdida de agua. La retracción por secado se puede definir como la deformación lineal dependiente del tiempo a temperatura constante medida sobre una probeta no cargada que se deja secar. (ACI 224R-1, 2001)	La V2 se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: Longitud y orientación de fisuras, D2: Tiempo de aparición de fisuras, D3: Ancho y profundidad de fisuras; que vienen a ser sus características; y su vez cada dimensión se descompone en tres indicadores.	D1: Longitud de fisuras.  D2: Tiempo de aparición de fisuras.  D3: Ancho de fisuras.	I1: Largas (20 a más) I2: Cortas (0-10) cm I3: Intermedias (10-20) cm  I1: Fraguado inicial I2: Fraguado medio I3: fraguado final  I1: Anchas (0.4-a más) I2: Angostas (0-0.2) I3: Intermedias (0.2-0.4)mm	Ficha de recopilación de información	Razón

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Guido (2019), en su investigación de grado titulada: “Eficiencia del Control de Fisuramiento por Contracción Plástica del Hormigón mediante el uso de Fibra de Acero 4D”, se fijó como *objetivo* determinar la influencia de adicionar fibras de acero 4D y mitigar las fisuras por retracción plástica, usando la *metodología* de la normativa ASTM 1579-13, esto requirió la fabricación de un equipo con dos cámaras de aire. Este equipo fue diseñado para conservar las condiciones ambientales controladas, a fin de ensayar paneles de hormigón con fibra y sin fibra de acero 4D simuladas en el laboratorio durante seis horas, tiempo necesario para que se produzcan fisuras por contracción plástica. Como *resultado* el programa experimental contempló la fabricación de hormigón en diferentes relaciones agua/cemento de 0.60, 0.40, 0.35, y la variación de la fibra de acero en 15 kg/m<sup>3</sup>, 20 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>, en estos finalmente se midió los anchos de fisura de cada panel visualmente con medida manual para determinar los valores de relación de reducción de grietas (CRR), expresado en porcentaje para medir la eficiencia de la fibra ante el fisuramiento. Se *concluyó* que el fisuramiento se debe a la acelerada vaporación del agua en la cara superior del hormigón, debido a que la celeridad de evaporación en la cara superior es mayor que la celeridad de exudación del agua desde su interior hacia la superficie.

Para Euclip Group (2019), en su artículo: “Guía de especificación para el tratamiento de fisuras en el concreto” se fijaron como *objetivos* clasificar los tipos de fisuras y como es que se producen, mediante la *metodología* de la aplicación de la teoría y estudios preliminares, al realizarse esto se obtuvo como *resultado* que la retracción plástica suele presentar grietas de 0.2mm y 0.4mm son de escasa profundidad y se dan a las 6 horas del fraguado del elemento. Al final *concluyéndose* que el origen de estas son la temperatura, la dirección del viento, exudación, relación agua cemento, exceso de finos en la mezcla.

Según Rincon et al (2018) en el trabajo de tesis titulado: “Efectos de la retracción por secado y cargas térmicas en el comportamiento deformacional de losas de un concreto de ultra alto desempeño (UHPC) empleadas como pavimento rígido”, se fijó como **objetivo** desarrollar de nuevas investigaciones sobre este material para entender el comportamiento deformacional asociado a factores ambientales, se describen **métodos** empíricos que permiten especificar las propiedades mecánicas y térmicas del UHPC y a su vez la correcta técnica de medición de las deformaciones unitarias unidireccionales y de temperatura en las caras de losas de 4,7 y 15 cm de espesor que fueron expuestas a circunstancias ambientales. Los **resultados** muestran que el UHPC desarrolla mayores resistencias a compresión simple y flexotracción. Además de presentar un incremento en el módulo de elasticidad y en el coeficiente de expansión térmica comparado con un CC. Solamente el coeficiente de Poisson fue similar para ambos materiales. Se fija como **conclusión** que el comportamiento deformacional en estado endurecido del UHPC y CC sometido a cargas térmicas y retracción por secado en circunstancias ambientales se encuentra en el rango elástico.

Magallanes et al (2019), en la investigación de grado titulada: “Determinación de porcentaje óptimo de fibra de polipropileno y fibra de nylon para elaboración de hormigones para pavimento rígido de  $f'c = 35$  MPa”, fijo como **objetivo** la añadidura de fibras sintéticas en este caso de polipropileno y nylon al hormigón que se aplica en losas de pavimento rígido de vías urbanas con una resistencia de  $F'c = 35$  MPa. Aplicando como **metodologías** normas nacionales: INEN, MTOP 2002, NEVI 12 e internacionales ACI-318, ASTM. En la fase de prueba comprende la identificación de los componentes a usar en la fabricación de HRFPP y HRFNN, estimando así las dosificaciones (0,3 kg/m<sup>3</sup>; 0,6kg/m<sup>3</sup>; 0,9 kg/m<sup>3</sup>) que cumplan con las especificaciones establecidas en la norma ACI-211, resistencia a la compresión  $F'c = 35$ MPa, como **resultados** que se conseguirán en el laboratorio se compararan la resistencia a compresión de la mezcla convencional con las diferentes dosificaciones de fibras, a partir de estos resultados se realiza un análisis económico con respecto al costo por metro cubico obteniendo la condición más favorable. Se fija como **conclusión** que con el aumento de fibra de polipropileno la trabajabilidad disminuye en 9,35%, mientras que con la adición de fibra de nylon disminuye a un 2,90% con respecto al hormigón convencional,

cumpliendo con el parámetro de diseño, en todos los especímenes elaborados con la adición de fibras, la temperatura no superó a la permisible por la norma ASTM, la cual es 32° C.

Gonzales (2017), en su trabajo de grado: “Análisis de la efectividad en la retracción de concreto al adicionar ceniza volante y aditivo compensador”, tiene por *objetivo* incrementar el conocimiento que se tiene hasta el momento sobre la retracción en Colombia. Por ende, esta investigación busca aportar al desarrollo de nuevos métodos para poder medir y entender los precedentes que originan el fenómeno de retracción. Aplicando la *metodología* de comprobación en laboratorio, se elaboraron tres pruebas: primero, se midió durante un tiempo la contracción y/o agrietamiento total presentada en las tres muestras, todas en forma de anillo por diseño de mezcla propuesta (cabe mencionar que no hay precedentes en nuestro país de este tipo de prueba); segundo, evaluó la variación de la longitud del concreto en estado endurecido, para esta prueba se elaboraron tres viguetas por cada diseño de mezcla; posteriormente, se les hizo minuciosa observación durante un lapso de 28 días, en los cuales se registraron los cambios en su masa volumétrica; tercero, se determinó qué tipo de retracción plástica ocurrió en la superficie de los bloques colocados en una cámara ambientada, la cual se mantuvo a temperatura y velocidad de viento constante durante 24 horas. Para el segundo estudio de la experimentación de los *resultados* arrojados, se *concluyó* que el diseño de mezcla N° 2 que se propuso fue el que arrojó mayor contracción.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Para Nishihara et al (2019), en la tesis de grado titulada: “Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave American L.”, se fijó como *objetivo* establecer la eficacia del concreto con la agregación de fibras Agave American L. aplicando una *metodología* del comité del ACI 224.1R-07, que consiste en tres fases, las cuales fueron: a) preparación de paños de prueba, b) apreciación y seguimiento de las fisuras originadas durante el tiempo de fraguado, y c) disección y deducción de los efectos producidos. Se obtuvo los siguientes *resultados*, las muestras con proporciones de fibras Agave American L con 1.0% y con 0.75% con respecto a la cantidad total de la muestra, controlan de manera más efectiva las aberturas

causadas por retracción plástica en todas las unidades de prueba. En tanto, en la mezcla con dosificación 0.5% respecto al volumen del paño, se pudo apreciar que se logró aminorar la influencia de los señalizadores de las grietas causadas por retracción plástica en una cantidad mayor al 20%, respecto a la muestra referencia, finalmente fija como **conclusiones** que el aumento de fibras Agave American L. utilizadas en la tesis aminoran la fisuración por retracción plástica en todos los elementos de prueba que se realizó.

Según Ivala (2018), en su tesis de grado titulada: “Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $F'_{C} = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'_{C} = 245 \text{ kg/cm}^2$ ”, el **objetivo** es demostrar la efectividad que produce sumar varias raciones de fibras de polipropileno a concretos con diferentes resistencias; usando una **metodología** estadística de barras en Excel con respecto a la disminución de espesores y longitudes de las fisuras que aparecieron; obteniéndose los **resultados** de que sí se reducen las fisuras para ambas resistencias de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y  $245 \text{ kg/cm}^2$ . Adicionalmente se encontró una dosificación óptima para la resistencia 210 que sería 1200g de fibra, que reduce el espesor de la fisura en 50.12% y su longitud en 7.92%; además, el predominio de la fibra de sintética en la resistencia de la mezcla es insinuante, siendo al contrario, y disminuyéndola en rango de 4% a 15% para el concreto 210  $\text{kg/cm}^2$  mientras que el concreto  $245 \text{ kg/cm}^2$  la resistencia si aumenta en rango de 8% a 18%, finalmente se fija como **conclusiones** el incremento progresivo de las fibras de polipropileno reduce las grietas por contracción plástica tanto en el desarrollo del espesor como en su longitud, y no aporta en nada al crecimiento de la resistencia a fuerzas de compresión del hormigón utilizado.

Según Herrera et al (2017), en la tesis de grado titulada: “Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica”, se fijó como **objetivos** aclarar los atributos físico-mecánicos de las fibras sintéticas e inalteradas, además de calcular dosificación óptima en porcentaje de la adición de fibras sintéticas y naturales, y con ello distinguir los efectos que estas ocasionan al concreto en estado plástico y en estado endurecido; aplicando una **metodología** del MTC para determinar distintas propiedades mecánicas, donde se

obtuvieron los siguientes **resultados**, la dosis óptima de fibras para esta prueba es de 0.3 kg/m<sup>3</sup>. Finalmente establece como **conclusiones** el que se obtiene una disminución de fisuración, hay mayor porosidad y acrecentamiento de la resistencia a las fuerzas compresión y tracción indirecta.

Chapoñan et al (2017) presentó su trabajo de investigación titulada: “*Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villa María - Nuevo Chimbote*”, y tiene por **objetivo** principal observar la variación de las características del hormigón hidráulico en la configuración del diseño de pavimentos de concreto utilizando varias proporciones de fibra de polipropileno, ya que por la clasificación del suelo que encuentra en dicho lugar (Villa María - Nuevo Chimbote), y además por las fuerzas de las cargas a las que se someterán las losas, es de suma importancia configurar un concreto inmejorable para que colabore en lograr una adecuada utilización del pavimento cuando este es puesto en servicio. Las **metodologías** que se utilizaron para los agregados fueron las señaladas según la el reglamento CE.010 (Pavimentos Urbanos y el Manual de carreteras); posterior a esto se materializara una mezcla guía que tendrá una resistencia a la compresión de diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, según la detallada en la norma ACI-211, así mismo de otros cuatro elementos con mezclas con la misma solidez que la de la muestra patrón, en donde se adicionará distintos porcentajes de fibras 75%, 100%, 115%, 125% y se hará un contraste entre todas estas. Asimismo, se obtuvieron como **resultados** que la resistencia a la compresión promedio y la resistencia característica a la compresión, desarrolladas en 7 y 28 días de edad en cada uno de los distintos porcentajes (0%, 75%, 100%, 115%, 125%), todas presentan una variación en la desviación estándar promedio de 3.2 kg/cm<sup>2</sup>. Teniendo como valor mínimo de 1.01% y máximo de 3.75%. Por tanto, se **concluyó** que la dosis óptima de fibra es de 115% con respecto a la cantidad propuesta por el fabricante.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Fibras de polipropileno

Según Kosmatka et al (2004):

Las fibras sintéticas son las fibras que son fabricadas por el hombre y son la consecuencia de la investigación y el implemento que han adquirido las industrias petroquímicas y textiles. Los tipos de fibras más usadas en el concreto son: acrílicas, arimana, carbón, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno. Las fibras de sintéticas pueden ayudar a reducir la contracción (retracción) plástica y por consiguiente la fisuración y pueden ayudar al concreto endurecido después de originada la fisura a no fallar. Las fibras de polipropileno, las más populares de las fibras sintéticas, son químicamente inertes, hidrofóbicas y ligeras (livianas). Se producen como monofilamentos cilíndricos continuos que se pueden cortar en longitudes específicas o como filmes y cintas. Estas fibras se componen de finas fibrillas de sección transversal rectangular (p. 157).

*Figura 2. 1 Fibras de polipropileno*



Fuente: Sika Perú 2011.

#### **2.2.1.1. Características de las fibras de polipropileno**

- **Microfibras**

Sika (2011): “Estas fibras están destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco, o antes de las 24 horas. Tienen diámetros entre 0.023 mm a 0.050 mm, y pueden ser de monofilamento (un filamento) o fibriladas (varios filamentos) (p. 9)”.

Es debido a ello que su aplicación resulta muy favorable, sobre todo en pisos de áreas considerables, pavimentos de concreto, prefabricados, y, en general, a todos los elementos cementicios, con una relación entre la superficie expuesta/ volumen alto, bastante considerable.

Otra de las ventajas tecnológicas es la capacidad de dosificar estas microfibras utilizando un envase hidrosoluble, es decir, que la bolsa de empaque pueda disolverse con el agua del concreto sin dejar un desecho plástico, no ecológico.

*Figura 2. 2 Concreto sin microfibras y con microfibras.*



Fuente: Sika Perú 2011.

- **Macrofibras**

Sika (2011): “Estas fibras están destinadas a prevenir la fisuración en estado endurecido, a reducir el ancho de la fisura si ésta se presenta y a permitir el adecuado funcionamiento de la estructura fisurada. Las dosificaciones más frecuentes oscilan entre 0.2% a 0.8% del volumen del concreto. Las macrofibras más usadas son las sintéticas y las metálicas, cuyos diámetros varían entre 0.05 mm a 2.00 mm. La relación de aspecto (L/d) de las macrofibras varía entre 20 a 100 (p. 11).

**Figura 2. 3 Macrofibras**



Fuente: Sika Perú 2011.

- **Dosificación**

Se dosifican en el concreto para volúmenes de entre 0.03% a 0.15% del mismo. Las más frecuentes son las fibras en polipropileno, cuya dosificación en peso oscila entre 0.3 a 1.2 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Se trata de dosificaciones extremadamente bajas, pero muy eficientes que previenen la fisuración del concreto por retracción plástica.

**Tabla 2. 1 Variación de fisuras según la dosificación**

Tipo de espécimen	Área total de agrietamiento	Ancho de fisura promedio	Número total de fisuras	% total de área de agrietamiento con respecto al elemento de referencia
Patrón	994	0.10	166	100
Malla	824	0.11	102	83
Microfibra A (0.45kg/m <sup>3</sup> )	108	0.09	21	11
Microfibra A (0.9kg/m <sup>3</sup> )	34	0.09	9	3
Microfibra B (0.6kg/m <sup>3</sup> )	59	0.08	20	6
Microfibra B (0.9kg/m <sup>3</sup> )	4	0.08	2	0

Fuente: Sika Perú 2011

Si bien las microfibras en general disminuyen drásticamente la tendencia a la fisuración o simplemente las eliminan antes de las 24 horas (retracción plástica), en mayor parte de las aplicaciones generalmente hacen que el concreto en estado fresco es decir aun sin fraguar, en apariencia, pierda trabajabilidad por disminución del asentamiento.

## 2.2.1. Fisuras por retracción plástica

### 2.2.1.1. Tipos de fisuras por retracción plástica

Para Kosmatka et al (2004), el surgimiento de las grietas en estado plástico ocurre mayormente en la cara del concreto fresco que da a la superficie enseguida de la colocación final, momentos en el que se está dando los acabados o un lapso corto después de estos. La fisuración por contracción plástica normalmente se asocia con la colocación en clima cálido; sin embargo, puede ocurrir en cualquier ambiente que produzca rápida evaporación.

- **Fisuras por retracción plástica según el tiempo de aparición**

Para Vidau (2013): “Esta fisuración es característica del concreto fresco y suele generar fisuras que aparecen poco después que ha desaparecido el brillo acuoso en la superficie del elemento, al no compensarse la pérdida de agua; generalmente en las primeras horas (de 1 a 10 horas)”. (p. 21).

**Tabla 2. 2 Tipo de fisuración respecto al tiempo de fraguado**

Fisuración en estado plástico	Contracción plástica	Contracción hidráulica.
		Mapeo superficial.
	Por negligencias o descuidos al ejecutar	Asentamiento plástico.
		Contracción por secado.
Fisuración en estado endurecido	Por movimientos espontáneos	Contracción por carbonatación.
		Contracción térmica.
		Entumecimiento por corrosión del acero de refuerzo.
	Por acciones mecánicas	Reacción álcalis-agregado.
		Compresión, tracción, flexión, cortante o torsión.
	Otras	Errores de diseño y detallado.
Prácticas constructivas inadecuadas.		

Fuente: Sika Peru 2011.

### 2.2.1.2 Tipos de fisuras según al ancho.

La inspección de la fisuración es de suma importancia para así poder determinar su variación en el tiempo y así poder comprender aminorar su impacto.

Clasificación para una edificación.

- Microfisuras: presentan un  $e < 0.05$  mm, carecen de importancia.
- Fisuras: se presentan entre  $0.1 < e < 0.2$  mm, son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos, en los que pueden favorecer a la corrosión.
- Macrofisuras: se presentan entre  $0.2 < e < 0.4$  mm. Estas son las fisuraciones que pueden tener repercusiones estructurales de importancia.
- Grietas: se presentan entre  $0.4 < e < 1.0$  mm, existe reducción en la capacidad sismorresistente. Debe desocuparse el edificio, proceder a una rehabilitación temporal.
- Fracturas:  $1.0 < e < 5.0$  mm, Existe una reducción importante en la capacidad sismorresistente. Deberá procederse a una evaluación definitiva urgente para determinar si se procede a la demolición.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Consistencia:** en terminos generales, la consistencia se refiere a su estado de fluidez, es decir, qué tan dura (seca) o blanda (fluida) es una mezcla de concreto cuando se encuentra en estado plastico, por lo cual se dice que es el grado de humedad de la mezcla. Sanches (2001) p.111

**Exudación:** el hormigón es un material compuesto por elementos de diferentes densidades, a causa de ello, durante el periodo de inactividad que precede al fraguado, las partículas sólidas sedimentan, dando lugar a la acumulación de agua en la superficie. Giaccio (1999) p.53

**Fibra de polipropileno:** la fibra copolimérica es de tipo monofilamento, no fibrilada, totalmente orientada, con un perfil que permite anclarla a la matriz cementicia. Mendoza et al (2011) p.37

**Retracción:** es una propiedad del concreto al momento de fraguado inicial, por la cual se evapora el agua e interiormente se desarrollan tensiones de tracción que, sumadas a una pobre resistencia a un esfuerzo de tracción propio del concreto, con elevada reiteración se originara fisuración. ACI 224R-1 (2001) p.12

**Tenacidad:** característica que mide las acciones de deformación y facultad de poder resistir una fuerza interna o externa. Sika (2011) p.12

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método y alcance de la investigación**

##### **3.1.1. Método: Científico**

Según Zarate et al (2017), proponen que para poder instituir nuevas leyes y teorías en la investigación-ciencia debemos de cumplir tres fases: primero consiste en examinar los sucesos más relevantes; como fase intermedia, identificar las hipótesis que den definición a estos sucesos; y por tercera etapa, concluir en hipótesis y deducciones que puedan ser sometidas a prueba a través de indagaciones y apreciaciones de acuerdo a lo observado (p. 12).

La investigación se iniciará con la observación directa de la fisuración del concreto en estado plástico, en ese instante se procederá a la recopilación de datos, como: orientación, longitud, tiempo de aparición de las fisuras, esto en un concreto patrón y comparándola con una mezcla reforzada con fibras adicionándola en diferentes proporciones respecto al volumen.

Con respecto a este estudio, se utilizará el método científico.

##### **3.1.2. Tipo: Aplicada**

Para Malaga et al (2008), la investigación tipo aplicada se refiere a desarrollar una nueva innovación tecnológica, partiendo de conocimientos ya adquiridos a través del tiempo por medio de la investigación estratégica y así aclarar si los conocimientos ya adquiridos pueden ser fructuosamente utilizados con menor o mayor cuidado para todas las metas establecidos. Esta información que obtendremos con este tipo de investigación puede ser de utilidad en cualquier otro momento y lugar (p. 147).

Un ejemplo de este tipo de investigación es que no solo servirá para controlar las fisuras, si no que añadirá tenacidad, y más adherencia en el concreto, necesaria para el concreto lanzado.

Con referencia a la teoría estudiada, nuestro trabajo de investigación se califica del tipo aplicada.

### **3.1.3. Nivel: Explicativo**

Para Jiménez (1998), el nivel explicativo parte de incógnitas bien identificadas, para las cuales son importantes las relaciones causa y efecto. Para este nivel de estudios es importante la preparación de hipótesis que de cualquier manera pretendan dar a conocer los orígenes de las interrogantes estrechamente relacionadas a estas (p. 13).

En nuestra investigación, al añadir fibras sintéticas, para este caso las de polipropileno a la mezcla de concreto, se mitiga la aparición de las fisuras por retracción plástica.

Con este precedente, a la presente investigación se le asigna al nivel explicativo.

## **3.2. Diseño de investigación**

### **3.2.1. Diseño: Experimental**

Según Serrano et al (2018), el diseño experimental consiste en que el interesado en la investigación utilice una o más variables del estudio para así poder controlar el incremento o descenso a placer de esas variables, y su consecuencia en los comportamientos observados. En otras palabras, la experimentación va a consistir en adulterar a placer la estimación numérica de una variable (variable independiente) y examinar su efecto en la otra variable (variable dependiente). (p. 5)

El diseño mostrará la manipulación para la variable fibra de polipropileno en  $300\text{gr/m}^3$ ,  $600\text{ gr/m}^3$  y  $1200\text{ gr/m}^3$  respecto volumen de la mezcla distribuida en paños de  $2.5 \times 2.5 \times 0.15\text{ m}$ .

Referente a este precedente, en cuanto al diseño a aplicar en nuestra presente averiguación será la del diseño experimental.

**Tabla 3. 1 Esquema de diseño de investigación**

	VARIABLE INDEPENDIENTE			POSPRUEBA
	CP Concreto Patrón	--	Sin fibra	
CF <sub>1</sub> Concreto fibrorreforzado	X <sub>1</sub>	Dosis de 300gr/m <sup>3</sup>	CF1	
CF <sub>2</sub> Concreto fibrorreforzado	X <sub>2</sub>	Dosis de 600gr/m <sup>3</sup>	CF2	
CF <sub>3</sub> Concreto fibrorreforzado	X <sub>3</sub>	Dosis de 1200gr/m <sup>3</sup>	CF3	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Para Hernandez et al (2006), la población se refiere a: “*Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones*” (p. 239).

Para nuestra averiguación la población fue constituida por 4 losas de concreto (2.5 x 2.5 x 0.15m).

#### 3.3.2. Muestra

Para Hernandez et al (2006), la muestra es en esencia: “*Un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características, al que llamamos población*”. (p. 240)

Para esta investigación la muestra estuvo conformada por 4 losas de concreto (2.5 x 2.5 x 0.15m); es decir, la población paso a ser muestra.

#### 3.3.3. Muestreo: No probabilístico

Según Hernandez et al (2006), el muestreo no probabilístico es: “*Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación*” (p. 241).

En el presente estudio de indagación se empleó el muestro no probabilístico.

### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnica: Observación directa

Para Arias (2012), la observación directa es la técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. (p. 67)

En la presente investigación se aplicará la técnica de observación directa para la recolección de información.

#### 3.4.2. Instrumento: Ficha de recolección de información.

Según Robledo (2006), se utilizarán fichas que: “*Son los instrumentos que permiten el registro e identificación de las fuentes de información, así como el acopio de datos o evidencias*” (p. 63)

En la presente investigación se aplicará como instrumento la ficha de recopilación de información, cuyo diseño se muestra en el anexo 2.

#### 3.4.3. Validez

Según Hernández et al (2006), la validez es el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

**Tabla 3. 2 Rangos de validez.**

<b>Rango de validez</b>	<b>Interpretación</b>
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Media
0.21 – 0.40	Baja
0.00 – 0.20	Muy baja

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 3. 3 Resumen de validez para las V1 y V2 según los expertos.**

<b>N°</b>	<b>Grado Académico</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>CIP</b>	<b>Validez</b>
<b>1</b>	Ing. Civil	Fredy Pacheco Pacheco	33917	0.87
<b>2</b>	Ing. Civil	Saulo Aguirre Zeballos	125727	0.88
<b>3</b>	Ing. Civil	Jaime Javier Quispe Llancacuro	59900	0.87

*Fuente: Elaboración propia*

La validez promedio de los expertos alcanza 0.87, y se muestra en la tabla 3.3

#### **3.4.4. Confiabilidad.**

Según refiere Hernandez et al (2006), la confiabilidad es: “*Grado en el que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes*” (p. 277).

La confiabilidad de nuestro estudio se determina generalmente mediante la prueba de alfa de Crombach.

**Tabla 3. 4 Rangos de confiabilidad e interpretación**

<b>Rango de confiabilidad</b>	<b>Interpretación</b>
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Media
0.21 – 0.40	Baja
0.00 – 0.20	Muy baja

*Fuente: Elaboración propia*

#### **3.5. Procedimiento**

Cumplidos los análisis de confiabilidad y validez, se aplicará la prueba piloto con una muestra, las herramientas se aplicarán de manera incógnita (ficha de recopilación de datos), supervisados por el investigador, recolectándose la información en cuestionarios, cuyos datos se procesarán con el software Microsoft Excel.

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

Como método de análisis se empleó la estadística descriptiva para el cálculo de frecuencias, parámetros de tendencia central y dispersión; mientras que como contraste de hipótesis se empleó la estadística inferencial. El procesado de la información se realizó con Excel y el software SPSS26, respectivamente.

### **3.7. Aspectos éticos**

Describe los criterios (nacionales e internacionales) que se utilizan para garantizar la calidad ética de la investigación, explicando la aplicación de los principios éticos (beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia) según corresponda.

En esta investigación se respetarán: la validez de los resultados, propiedad intelectual de los autores, confiabilidad de la información y la identidad de las personas que participan en el estudio, los criterios éticos tomados en cuenta fueron: confidencialidad, objetividad, originalidad y el consentimiento.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS - RESULTADOS**

#### **4.1. Descripción de la zona de estudio**

##### **4.1.1. Ubicación**

La provincia de Cotabambas, situada en la sierra sur del Perú, es una de las seis provincias del departamento de Apurímac, en esta provincia pertenece Challhuahuacho, distrito donde se desarrollará el proyecto, consta de 439.96 km<sup>2</sup>, es un lugar es donde predomina la actividad agrícola seguida de la ganadería, se ubica geográficamente en las coordenadas 14° 07' 01" Sur, 72° 15' 00" Oeste; y una altitud media de 3908 m.s.n.m., debido a esto tiene un clima muy frío con temperaturas de -2°C a 5°C en épocas de lluvia; y de 23°C en días calurosos también presenta velocidades del viento a 8 km/h y una humedad del 69%.

##### **4.1.2. Características de la zona de estudio**

Actualmente Challhuahuacho solo tiene pavimentos flexibles deficientes, debido a las fuertes lluvias, pero en su mayoría todos los caminos son de trochas carrozables y el uso de otro tipo de pavimentos no es muy conocido en la provincia.

Las principales vías carrozables son las que conectan a Challhuahuacho con Cuzco, Haqira, y Abancay.

Los pavimentos rígidos tienen mayor eficacia con respecto a los cambios climáticos que se tiene en esta provincia, la humedad, las precipitaciones que son muy altas, sobre todo entre noviembre y abril.

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

##### **4.2.1. Estudios de campo**

Los estudios de campo es la selección de lugar donde se confeccionaron los paños de prueba y al mismo tiempo tan bien se estudió la influencia del clima, tales como la velocidad del viento, temperatura del ambiente, estos puntos son de vital

importancia, pues influyen en el origen de las fisuras cuando el concreto se encuentra en estado plástico.

#### **4.2.2. Estudios de laboratorio.**

Los estudios de laboratorio que se realizaron fue el diseño de mezclas, aquí se efectuó la caracterización de los agregados que hay en la localidad de Challhuahuacho, que se utilizaron para la confección de los paños, así como las características de las fibras que se utilizaron para el control de fisuras.

##### **4.2.2.1. Diseño de mezclas**

El diseño de mezcla es un proceso en el cual se realiza la selección de los materiales más adecuados que constituirán en la conformación de la pasta. Estos materiales serán en la clasificación de agregado grueso, agregado fino, cemento y agua, que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas.

##### **a) Selección de materiales**

Agregado grueso: Piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ ", retenido en el tamiz N°4 según NTP 400.037.

Agregado fino: material retenido entre los tamices 9.5mm y N°200 según NTP 400.037.

Cemento: el más comerciable es Yura IP que cumple con la NTP 334.009

Agua: se utilizará la que cumple con la NTP 339.088

**Tabla 4. 1 Diseño de mezclas**

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA			
Densidad	2271	Kg/m3	
Relación arena/cemento	0.45		
Resistencia a la compresión	210	Kgf/cm2	
Slump	6	Pulgadas	
Cemento	Yura IP		
PESOS S.S.S. (Saturado Superficialmente Seco)			
Agua	202	L/m3	
Cemento	381	Kg/m3	
Agregado Fino	759	Kg/m3	
Agregado Grueso	929	Kg/m3	
Relación A/C	0.53		
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (Obra)			
Agua	214	L/m3	
Cemento	381	Kg/m3	
Agregado Fino	759	Kg/m3	
Agregado Grueso	918	Kg/m3	
Relación A/C	0.56		
	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso
Proporción en peso	1	1.99	2.41
Agua		23.87	Litros/saco
	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso
Proporción en volumen	1	1.83	2.54
Agua		23.87	Litros/saco

*Fuente. Elaboración propia.*

#### **4.2.2.2. Fibras de polipropileno**

Las fibras que se utilizaron fueron las microfibras multifilares **SikaFiber – PE:** que cumple con la NTP 339.204

**Tabla 4. 2 Propiedades de las fibras de polipropileno**

<b>Descripción</b>	<b>SikaFiber PE</b>
Longitud (m)	
Densidad Real (kg/l)	1.17
Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	15,000
Absorción de agua (%)	2
Elongación de rotura (%)	26
Resistencia a la alcalinidad (%)	100
Color	Crema
Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	468

*Fuente: Elaboración propia.*

### **4.3. Análisis de la información**

#### **Trabajos previos**

A continuación, se muestran las fichas de observación que se trabajaron para la anotación de diferentes parámetros que nos ayudaran en el análisis de la información para así poder llegar a responder nuestras conclusiones.

**Tabla 4. 3 Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMP. DEL CONCRETO AL BROTE LA FISURA (°C)	VELOCI. DEL VIENTO AL BROTE LA FISURA (m/s)	TEMP. DE AMBIENTE (°C)	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	02:56	0.25	16	17.00	2.00	13.00	macrofisura
<b>F2</b>	02:57	0.175	31	17.00	2.10	13.00	fisura
<b>F3</b>	02:59	0.2	18	17.10	3.00	14.00	fisura
<b>F4</b>	03:01	0.35	25	16.50	3.10	13.00	macrofisura
<b>F5</b>	03:03	0.425	55	18.00	3.00	13.50	grieta
<b>F6</b>	03:05	0.4	80	17.20	2.50	13.00	macrofisura
<b>F7</b>	03:18	0.45	59	18.00	3.10	12.50	grieta
<b>F8</b>	03:23	0.15	29	18.50	3.40	13.00	fisura
<b>F9</b>	03:30	0.1	17	18.00	2.50	13.50	microfisura
<b>SUMA</b>			<b>330</b>				

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 4 Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3.**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPER. DEL CONCRETO AL BROTE LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROTE LA FISURA (m/s)	TEMPE. DEL AMBIENTE AL BROTE LA FISURA (°C)	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	03:20	0.10	15	17.50	2.90	13.00	Microfisura
<b>F2</b>	03:26	0.15	18	17.00	3.50	13.50	Fisura
<b>SUMA</b>			<b>33</b>				

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3.1. Estimación de la variación de la longitud de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno

Con la aparición de fisuras en nuestro trabajo, lo que realizaremos es la suma de cada una de las longitudes para cada paño, a este valor lo relacionaremos con el área total del paño, con ello tendremos un indicador de metros lineales de fisuras por cada metro cuadrado, y, por ende, cuánto es que varió.

Adicionalmente tomaremos la cantidad del CP como referencia para así saber en porcentaje cuanto es que se reducen las fisuras a diferentes cantidades de fibras de polipropileno en el concreto.

**Tabla 4. 5 Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMP. DEL CONCRETO AL BROTAR LA FIURA (°C)	VELOCI. DEL VIENTO AL BROTAR FISURA (m/s)	TEMP. DE AMBIENTE (°C)	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	02:56	0.25	16	17.00	2.00	13.00	macrofisura
<b>F2</b>	02:57	0.175	31	17.00	2.10	13.00	fisura
<b>F3</b>	02:59	0.2	18	17.10	3.00	14.00	fisura
<b>F4</b>	03:01	0.35	25	16.50	3.10	13.00	macrofisura
<b>F5</b>	03:03	0.425	55	18.00	3.00	13.50	grieta
<b>F6</b>	03:05	0.4	80	17.20	2.50	13.00	macrofisura
<b>F7</b>	03:18	0.45	59	18.00	3.10	12.50	grieta
<b>F8</b>	03:23	0.15	29	18.50	3.40	13.00	fisura
<b>F9</b>	03:30	0.1	17	18.00	2.50	13.50	microfisura
<b>SUMA</b>			<b>330</b>				

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 6 Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPER. DEL CONCRETO AL BROTEAR LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROTEAR LA FISURA (m/s)	TEMPE. DEL AMBIENTE AL BROTEAR LA FISURA (°C)	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	03:20	0.10	15	17.50	2.90	13.00	Microfisura
<b>F2</b>	03:26	0.15	18	17.00	3.50	13.50	Fisura
<b>SUMA</b>			<b>33</b>				

*Fuente: Elaboración propia*

En las tablas 4.5 y 4.6 se puede apreciar que la longitud de las fisuras varía de 16 mm a 80 mm para CP, para concreto CF1 300 gr/m3 varía de 15 mm a 18 mm, para concreto CF2 600 gr/m3 no hubo fisuración, para concreto CF3 1200 gr/m3 tampoco hubo fisuración en las tablas siguientes analizaremos la información.

**Tabla 4. 7 Análisis de información para el OE1 con los resultados del Concreto Patrón**

FISURA	LONGITUD DE FISURAS (mm)	ÁREA DEL PAÑO DE PRUEBA (mm2)	INCIDENCIA RESPECTO AL PAÑO DE PRUEBA (%)	RELACIÓN LONGITUD / ÁREA DE PAÑO (mm/mm2)
<b>F1</b>	16	6250000.0	0.000256	0.00528
<b>F2</b>	31		0.000496	
<b>F3</b>	18		0.000288	
<b>F4</b>	25		0.00040	
<b>F5</b>	55		0.00088	
<b>F6</b>	80		0.00128	
<b>F7</b>	59		0.000944	
<b>F8</b>	29		0.000464	
<b>F9</b>	17		0.000272	
<b>SUMA</b>	330		0.00528	

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 8 Análisis de información para el OE1 con los resultados del Concreto Fibrorreforzado1 CF1 300gr/m3**

<b>FISURA</b>	<b>LONGITUD DE FISURAS (mm)</b>	<b>ÁREA DEL PAÑO DE PRUEBA (mm2)</b>	<b>INCIDENCIA RESPECTO AL PAÑO DE PRUEBA (%)</b>	<b>RELACIÓN LONGITUD / ÁREA DE PAÑO (mm/mm2)</b>
<b>F1</b>	15	6250000.0	0.000024	0.00000528
<b>F2</b>	18		0.0000432	
<b>SUMA</b>	33		0.0000672	

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 9 Resumen de longitudes para cada paño y porcentaje que se redujo**

<b>Paño</b>	<b>Suma de longitud</b>	<b>Porcentaje reducido</b>
Concreto Patrón CP	330	--
Concreto Fibrorreforzado 1 CF1	33	90%
Concreto Fibrorreforzado 2 CF2	0	100%
Concreto Fibrorreforzado 3 CF3	0	100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 10 Longitud de fisuras en los paños de prueba**

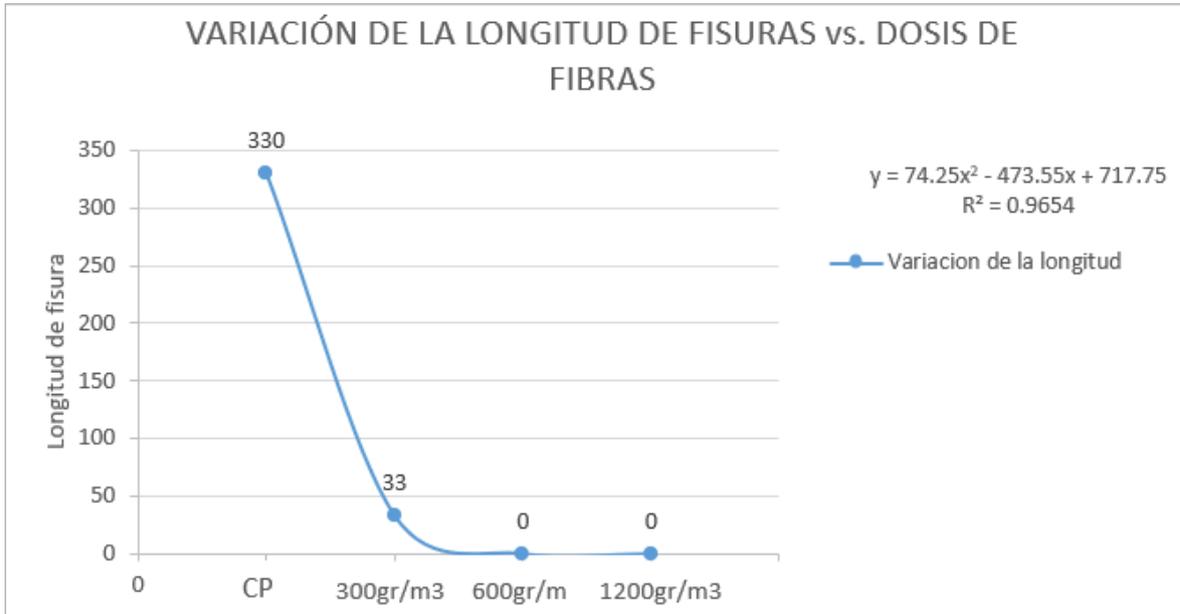
<b>LONGITUD DE FISURAS</b>			
<b>Paño</b>	<b>Suma longitud (mm)</b>	<b>Relación K (mm/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje reducido</b>
Concreto Patrón	330.0	0.0000528	-
Concreto			
Fibrorreforzado 1	33.0	0.0000053	90%
CF1 300gr/m <sup>3</sup>			
Concreto			
Fibrorreforzado 2	0.0	0	100%
CF2 600gr/m <sup>3</sup>			
Concreto			
Fibrorreforzado 3	0.0	0	100%
CF3 1200 gr/m <sup>3</sup>			
Promedio	90.75		
Desviación Estándar	160.26		
Coefficiente de Variación	<b>1.77</b>		

*Fuente: Elaboración propia*

*Nota: Revisar Anexo 2 para más detalles*

En la tabla 4.10 se tiene que tomando en cuenta un área en común de 6.25 m<sup>2</sup> para cada paño la relación K (sumatoria longitud de fisura/área) resulta: K1= 0.0000528 mm/mm<sup>2</sup>; K2= 0.0000053 mm/mm<sup>2</sup>; K3= 0; y K4= 0, respectivamente.

**Figura 4. 1 Variación de la longitud de fisuras respecto al incremento de fibras en el concreto**



Fuente: Elaboración propia

Nota: Revisar Anexo 2 para más detalles

#### **4.3.2. Cuantificación del cambio del tiempo de aparición de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno**

Aquí se analizó el intervalo que comprende desde la F1 hasta la F19 para el concreto CP, F1-F2 para el concreto CF1 300gr/m³, y saber cuánto es el tiempo en el que se presentaron la primera fisura hasta la última, y así obtener una relación. Para los concretos CF2 600gr/m³ y CF3 1200gr/m³ no se analizó, pues no se presentaron fisuras.

**Tabla 4. 11 Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMP. DEL CONCRETO AL BROSTAR LA FIURA (°C)	VELOCI. DEL VIENTO AL BROSTAR FISURA (m/s)	TEMP. DE AMBIENTE (°C)	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	02:56	0.25	16	17.00	2.00	13.00	macrofisura
<b>F2</b>	02:57	0.175	31	17.00	2.10	13.00	fisura
<b>F3</b>	02:59	0.2	18	17.10	3.00	14.00	fisura
<b>F4</b>	03:01	0.35	25	16.50	3.10	13.00	macrofisura
<b>F5</b>	03:03	0.425	55	18.00	3.00	13.50	grieta
<b>F6</b>	03:05	0.4	80	17.20	2.50	13.00	macrofisura
<b>F7</b>	03:18	0.45	59	18.00	3.10	12.50	grieta
<b>F8</b>	03:23	0.15	29	18.50	3.40	13.00	fisura
<b>F9</b>	03:30	0.1	17	18.00	2.50	13.50	microfisura
<b>SUMA</b>			<b>330</b>				

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 12 Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPER. DEL CONCRETO AL BROSTAR LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROSTAR LA FISURA (m/s)	TEMPE. DEL AMBIENTE AL BROSTAR LA FISURA (°C)	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	03:20	0.10	15	17.50	2.90	13.00	Microfisura
<b>F2</b>	03:26	0.15	18	17.00	3.50	13.50	Fisura
<b>SUMA</b>			<b>33</b>				

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 13 Análisis de la variación del tiempo de aparición de fisuras con adición de fibras**

	<b>Primera fisura</b>	<b>Última fisura</b>	<b>Tiempo de fisuración (min)</b>	<b>Cantidad de fisuras (und)</b>	<b>Velocidad de fisuración (und/min)</b>	<b>Reducción de tiempo (%)</b>
<b>C.P.</b>	02:56	03:30	34	9	0.26	-
<b>CF<sub>1</sub> 300gr/m<sup>3</sup></b>	03:20	03:26	6	2	0.33	84%
<b>CF<sub>2</sub> 600gr/m<sup>3</sup></b>	-	-	-	-	-	100%
<b>CF<sub>3</sub>1200gr/m<sup>3</sup></b>	-	-	-	-	-	100%

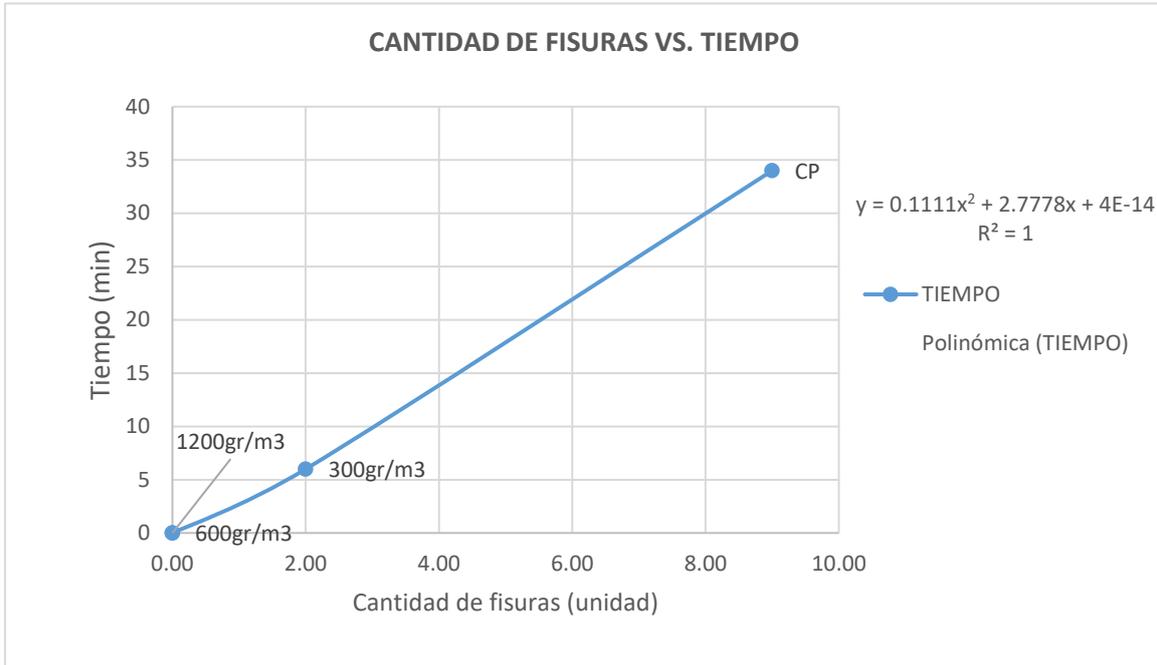
*Fuente: Elaboración propia*

*Nota: Revisar Anexo 2 para más detalles*

La tabla 4.13 nos muestra las cantidades de fisuras que se presentaron en campo, así como el intervalo en el que todas estas aparecieron, para nuestro Concreto Patrón (CP) tenemos un total de 9 fisuras en un total de 34 minutos, esto nos lleva a una velocidad de 0.26 und/min; para el concreto CF1 300 gr/m<sup>3</sup> se presentaron 2 fisuras para un total de 6 min de fisuración, esto nos lleva a una velocidad de 0.3 fisuras/min, para los concretos de CF2 600 gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200 gr/m<sup>3</sup> no se registraron las velocidades al no producirse fisuras.

También nos muestra la variación del tiempo de fisuración en porcentaje (%), con respecto al CP que, teniendo 34 min de fisuración, siendo el 100%; y el CF1, con 300 gr/m<sup>3</sup> de fibras de polipropileno, presento 6 min de fisuración, esto quiere decir que se redujo en 84% el tiempo de fisuración. Los concretos CF2 y CF3 no presentaron fisuras.

**Figura 4. 2 Tiempo de aparición de fisuras respecto al tipo de concreto**



*Fuente: Elaboración propia*

### **4.3.3. Determinación de la variación del ancho de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno**

Medición del ancho con galletas milimétricas, estas serán de ayuda, pues aparte de la medición en campo se hará una clasificación, pues se entiende que por el espesor la fisura o abertura tiene un nombre propio. Así mismo se clasificarán por cada tipo de concreto, teniendo como referencia al CP.

**Tabla 4. 14 Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón**

<b>FISURA</b>	<b>HORA DE BROTE</b>	<b>ANCHO PROM. DE BROTE (mm)</b>	<b>LONGITUD DE FISURA (mm)</b>	<b>TEMP. DEL CONCRETO AL BROSTAR LA FISURA (°C)</b>	<b>VELOC. DEL VIENTO AL BROSTAR FISURA (m/s)</b>	<b>TEMP. DE AMBIENTE (°C)</b>	<b>CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO</b>
<b>F1</b>	02:56	0.25	16	17.00	2.00	13.00	macrofisura
<b>F2</b>	02:57	0.175	31	17.00	2.10	13.00	fisura
<b>F3</b>	02:59	0.2	18	17.10	3.00	14.00	fisura
<b>F4</b>	03:01	0.35	25	16.50	3.10	13.00	macrofisura
<b>F5</b>	03:03	0.425	55	18.00	3.00	13.50	grieta
<b>F6</b>	03:05	0.4	80	17.20	2.50	13.00	macrofisura
<b>F7</b>	03:18	0.45	59	18.00	3.10	12.50	grieta
<b>F8</b>	03:23	0.15	29	18.50	3.40	13.00	fisura
<b>F9</b>	03:30	0.1	17	18.00	2.50	13.50	microfisura
<b>SUMA</b>			<b>330</b>				

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 15 Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3**

<b>FISURA</b>	<b>HORA DE BROTE</b>	<b>ANCHO PROM. DE BROTE (mm)</b>	<b>LONGITUD DE FISURA (mm)</b>	<b>TEMPER. DEL CONCRETO AL BROSTAR LA FISURA (°C)</b>	<b>VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROSTAR LA FISURA (m/s)</b>	<b>TEMPE. DEL AMBIENTE AL BROSTAR LA FISURA (°C)</b>	<b>CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO</b>
<b>F1</b>	03:20	0.10	15	17.50	2.90	13.00	Microfisura
<b>F2</b>	03:26	0.15	18	17.00	3.50	13.50	Fisura
<b>SUMA</b>			<b>33</b>				

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 4. 16 Resumen de anchos de fisuras para el Concreto Patrón**

<b>FISURA</b>	<b>ANCHO PROM. DE BROTE (mm)</b>	<b>CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO</b>
<b>F1</b>	0.25	macrofisura
<b>F2</b>	0.175	fisura
<b>F3</b>	0.2	fisura
<b>F4</b>	0.35	macrofisura
<b>F5</b>	0.425	grieta
<b>F6</b>	0.4	macrofisura
<b>F7</b>	0.45	grieta
<b>F8</b>	0.15	fisura
<b>F9</b>	0.1	microfisura

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 17 Resumen de anchos de fisuras para el Concreto Fibrorreforzado1 CF1  
300gr/m3**

<b>FISURA</b>	<b>ANCHO PROM. DE BROTE (mm)</b>	<b>CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO</b>
<b>F1</b>	0.25	macrofisura
<b>F2</b>	0.175	fisura

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 18 Clasificación de anchos de fisuras para todos los paños**

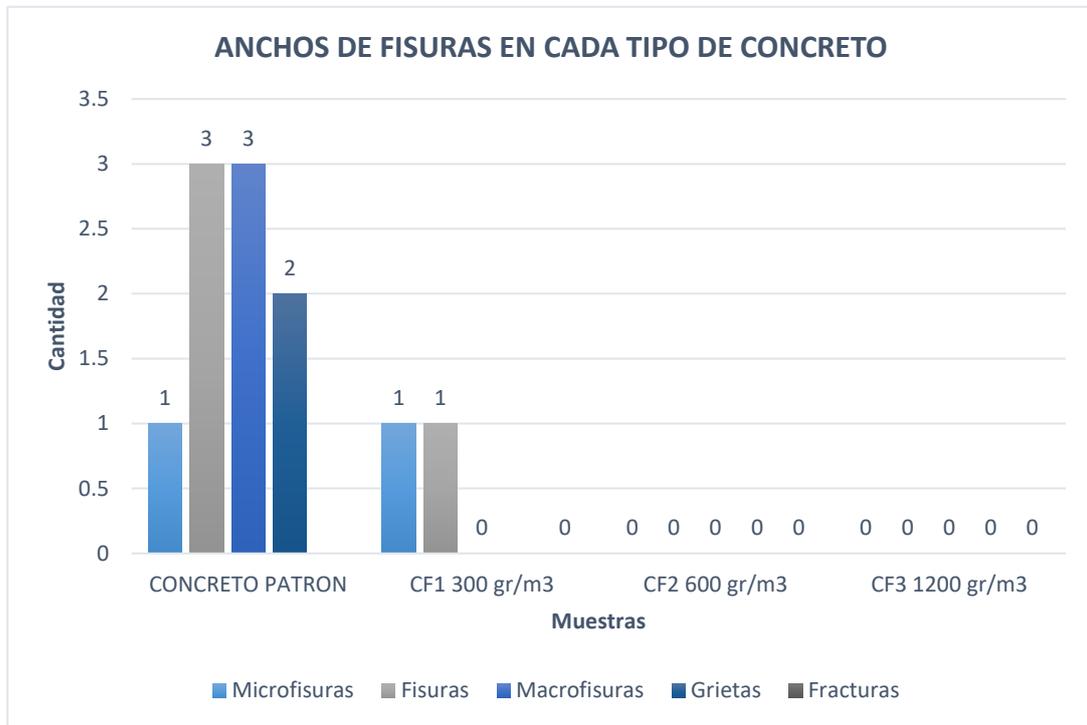
	<b>Microfisuras</b>	<b>Fisuras</b>	<b>Macrofisuras</b>	<b>Grietas</b>	<b>Fracturas</b>
<b>Muestra</b>	$<0.10\text{mm}$	$0.11<e<0.20$	$0.21<e<0.40$	$0.41<e<1.00$	$1.01<e<5.0$
C.P.	1	3	3	2	0
CF <sub>1</sub> 300gr/m <sup>3</sup>	1	1	0	0	0
CF <sub>2</sub> 600gr/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
CF <sub>3</sub> 1200gr/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0

*Fuente: Elaboración propia*

La tabla 4.18 nos muestra las cantidades de los distintos tipos de fisuras que se encontraron en nuestros tipos de concretos. En el Concreto Patrón (CP) que nos sirve de guía se originó una abertura del rango de  $e<0.10$  mm, a la cual se le denomina microfisura, también se apreciaron 3 aberturas que están en el rango de  $0.11<e<0.20\text{mm}$ , a las cuales se les da la denominación de fisuras, 3 aberturas que están en el rango de  $0.20<e<0.40\text{mm}$  denominada macrofisuras, y, por último, una abertura que encaja en el rango de  $0.41<e<1.00\text{mm}$ , que se le denomina grieta; por otra parte, en el concreto CF<sub>1</sub> 300gr/m<sup>3</sup> se produjo una abertura que encaja en el rango de  $e<0.10$  mm, por ende recibe el nombre de microfisura, y una abertura que encaja en el rango de  $0.11<e<0.20\text{mm}$  a la cual se le da el nombre de fisura.

Los concretos CF<sub>2</sub> 600gr/m<sup>3</sup> y CF<sub>3</sub> 1200gr/m<sup>3</sup> no presentaron fisuras, de lo que se infiere que las fibras ayudan a controlar que se desarrollen en estado plástico.

**Figura 4. 3 Cantidades de distintos anchos con respecto al tipo de concreto**



*Fuente: Elaboración propia*

**4.3.4. Determinación la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto la adición de fibras de polipropileno**

Este objetivo se cumplió con el llenado de las fichas de observación para cada paño con la cantidad total de fisuras que, como vimos en el marco teórico, se desarrollan conforme se evapora el agua, y las fuerzas internas que se provocan interiormente superan al concreto que se encuentra muy joven para soportarlas.

**Tabla 4. 19 Ficha de observación para el paño del Concreto Patrón**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMP. DEL CONCRETO AL BROSTAR LA FISURA (°C)	VELOCI. DEL VIENTO AL BROSTAR FISURA (m/s)	TEMP. DE AMBIENTE (°C)	CLASIFICAC. SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	02:56	0.25	16	17.00	2.00	13.00	macrofisura
<b>F2</b>	02:57	0.175	31	17.00	2.10	13.00	fisura
<b>F3</b>	02:59	0.2	18	17.10	3.00	14.00	fisura
<b>F4</b>	03:01	0.35	25	16.50	3.10	13.00	macrofisura
<b>F5</b>	03:03	0.425	55	18.00	3.00	13.50	grieta
<b>F6</b>	03:05	0.4	80	17.20	2.50	13.00	macrofisura
<b>F7</b>	03:18	0.45	59	18.00	3.10	12.50	grieta
<b>F8</b>	03:23	0.15	29	18.50	3.40	13.00	fisura
<b>F9</b>	03:30	0.1	17	18.00	2.50	13.50	microfisura
<b>SUMA</b>			<b>330</b>				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 20 Ficha de observación para el paño de Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m3.**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPER. DEL CONCRETO AL BROSTAR LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROSTAR LA FISURA (m/s)	TEMPE. DEL AMBIENTE AL BROSTAR LA FISURA (°C)	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ANCHO
<b>F1</b>	03:20	0.10	15	17.50	2.90	13.00	Microfisura
<b>F2</b>	03:26	0.15	18	17.00	3.50	13.50	Fisura
<b>SUMA</b>			<b>33</b>				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 21 Análisis del Área de fisuras para el OG1 en el Concreto Patrón.**

<b>FISURA</b>	<b>ANCHO PROM. DE BROTE (mm)</b>	<b>LONGITUD DE FISURA (mm)</b>	<b>ÁREA DE LA FISURA</b>
<b>F1</b>	0.25	16	4.00
<b>F2</b>	0.175	31	5.43
<b>F3</b>	0.2	18	3.60
<b>F4</b>	0.35	25	8.75
<b>F5</b>	0.425	55	23.38
<b>F6</b>	0.4	80	32.00
<b>F7</b>	0.45	59	26.55
<b>F8</b>	0.15	29	4.35
<b>F9</b>	0.1	17	1.70
<b>SUMA</b>			<b>109.75</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4. 22 Análisis del Área de fisuras para el OG1 en el Concreto Fibrorreforzado1 CF1 300gr/m3**

<b>FISURA</b>	<b>ANCHO PROM. DE BROTE (mm)</b>	<b>LONGITUD DE FISURA (mm)</b>	<b>ÁREA DE LA FISURA</b>
<b>F1</b>	0.10	15	1.50
<b>F2</b>	0.15	18	2.70
<b>SUMA</b>			<b>4.20</b>

*Fuente: Elaboración propia*

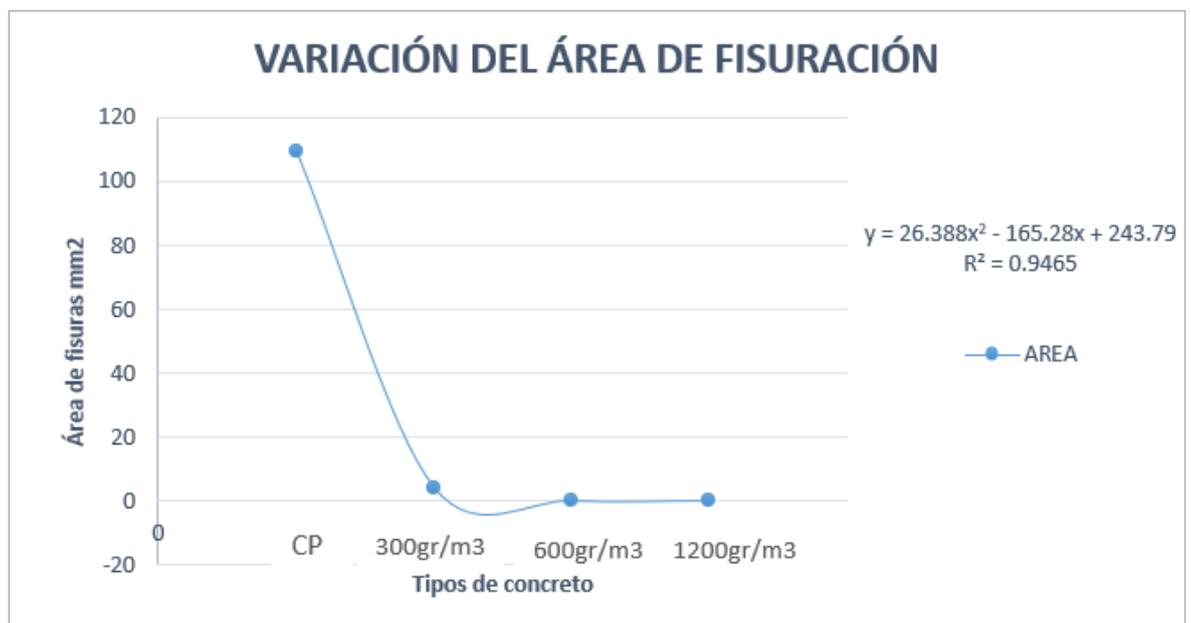
**Tabla 4. 23 Reducción de la cantidad de fisuras respecto al área del paño con distintas dosis de fibras**

ÁREA DE FISURAS		
MUESTRA	Área de total de fisuras (mm <sup>2</sup> )	Porcentaje de área reducida
C.P.	109.75	-
CF <sub>1</sub> 300gr/m <sup>3</sup>	4.20	96.13%
CF <sub>2</sub> 600gr/m <sup>3</sup>	0.00	100%
CF <sub>3</sub> 1200gr/m <sup>3</sup>	0.00	100%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.4 que es la representación gráfica de la tabla 4.23 se observa el área de fisuras que aparecen en cada paño de cada tipo de concreto, en el Concreto Patrón hay un área total de 109.75 mm<sup>2</sup>, en el concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> se presentó un área total de 4.20 mm<sup>2</sup>, originándose una reducción de fisuras al incremento de fibras de polipropileno. Pues en los concretos CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no se presentó ninguna fisura, por ende, no hay áreas.

**Figura 4. 4 Porcentaje de fisuras respecto al tipo de concreto**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Resultados de la información

##### 4.4.1. Estimación de la variación de la longitud de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.

*Tabla 4. 24 Longitud de fisuras por cada paño y porcentaje de reducción para cada paño.*

LONGITUD DE FISURAS			
Paño	Suma longitud (mm)	Porcentaje de reducción de Fisuras	Relación K (mm/mm <sup>2</sup> )
Concreto Patrón	330.0	-	0.0000528
Concreto Fibrorreforzado 1 CF1 300gr/m <sup>3</sup>	33.0	90%	0.0000053
Concreto Fibroreforzado 2 CF2 600gr/m <sup>3</sup>	0.0	100%	0
Concreto Fibroreforzado 3 CF3 1200 gr/m <sup>3</sup>	0.0	100%	0
Promedio	90.75		
Desviación Estándar	160.26		
Coefficiente de Variación	1.77		

*Fuente: Elaboración propia*

#### **Elucidación:**

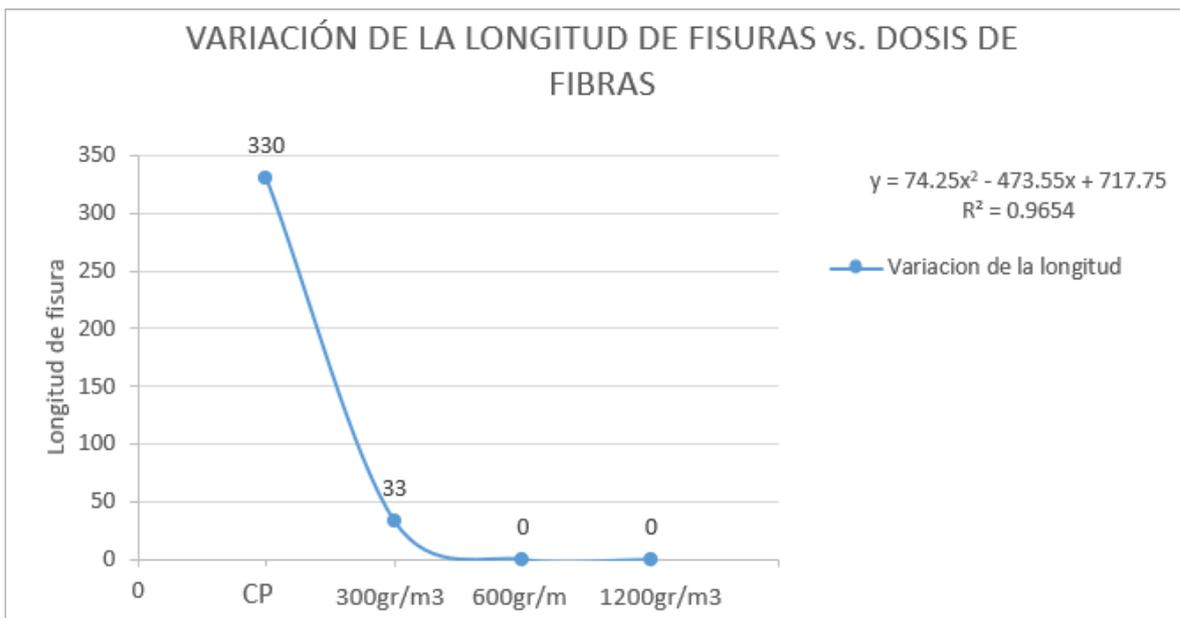
En la cuadro 4.24 se puede apreciar que para un Concreto Patrón la suma de longitudes de las fisuras observadas suma 330mm+-1.77mm de longitud, para un concreto CF1 con 300gr/m<sup>3</sup> de fibras las fisuras por retracción plástica sumaron una longitud de 33mm+-1.77mm, mientras que para los concretos CF2 con 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 con 1200gr/m<sup>3</sup> ya no se presenciaron fisuras.

La suma de longitudes de fisuras producidas en el Concreto Patrón se toma como referencia para hallar el porcentaje de reducción en los demás concretos, como el concreto CF1 con 300gr/m<sup>3</sup> de fibras, donde las fisuras por retracción plástica disminuyeron en 90% en cuanto a longitud y en 100% para los concretos CF2 con

600gr/m<sup>3</sup> y CF3 con 1200gr/m<sup>3</sup>. Estos porcentajes son sacados en base al Concreto Patrón que es nuestra referencia.

La relación de la sumatoria de la longitud de fisuras entre el área, varía K1=0.0000528mm/mm<sup>2</sup> para CP, K2=0.0000053mm/mm para concreto CF1, K3=0 y K4=0 para los concretos CF2 y CF3, respectivamente; lo que quiere decir que a un incremento de las fibras al 5% ya no hay presencia de fisuras.

**Figura 4. 5 Variación de la longitud de fisuras respecto al incremento de fibras en el concreto.**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Cuantificación del cambio del tiempo de aparición de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno

Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 4. 25 Variación del tiempo de aparición de fisuras con adición de fibras**

Tiempo de	Velocidad de	Reducción de tiempo
-----------	--------------	---------------------

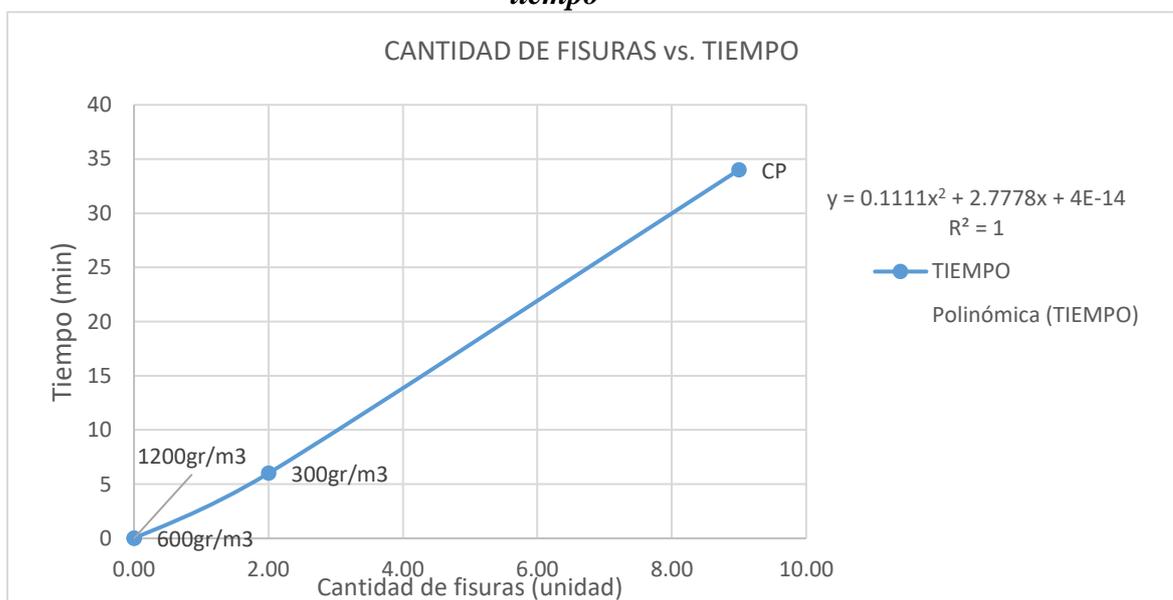
	fisuración (min)	fisuración (und/min)	(%)
C.P.	34	0.26	-
CF <sub>1</sub> 300gr/m <sup>3</sup>	6	0.33	84%
CF <sub>2</sub> 600gr/m <sup>3</sup>	-	-	100%
CF <sub>3</sub> 1200gr/m <sup>3</sup>	-	-	100%

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación:

La tabla 4.25 muestra la variación del tiempo de fisuración en %, con respecto al CP que, teniendo 34 min de fisuración, siendo el 100%; y el CF1 con 300gr/m<sup>3</sup> de fibras de polipropileno presentó 6 min de fisuración, esto quiere decir que se redujo en 84% el tiempo de fisuración, los concretos CF2 y CF3 no presentaron fisuras, por ende, la reducción del tiempo es del 100%.

**Figura 4. 6 Cantidad de fisuras por cada dosificación de fibras relacionado con el tiempo**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.3. Determinación de la variación del ancho de las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con adición de fibras de polipropileno.

Se alcanzaron los resultados que a continuación se muestran:

**Tabla 4. 26 Clasificación de anchos de fisuras para tipo de concreto con distinta dosificación de fibras**

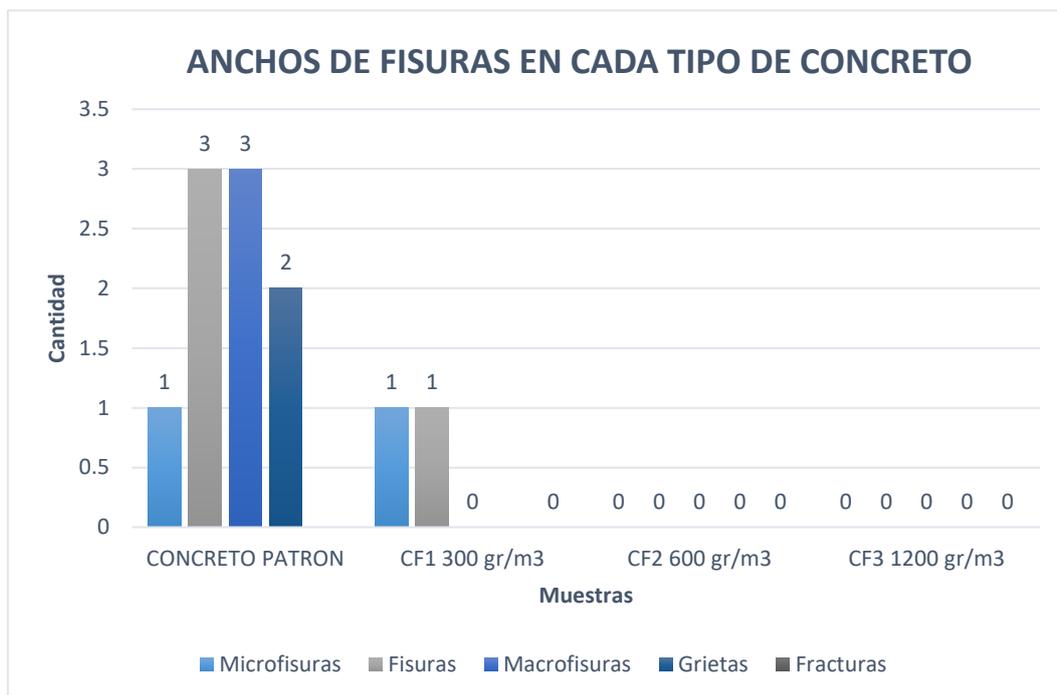
	Microfisuras	Fisuras	Macrofisuras	Grietas	Fracturas
Muestra	<0.10mm	0.11<e<0.20	0.21<e<0.40	0.41<e<1.00	1.01<e<5.0
C.P.	1	3	3	2	0
CF <sub>1</sub> 300gr/m <sup>3</sup>	1	1	0	0	0
CF <sub>2</sub> 600gr/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
CF <sub>3</sub> 1200gr/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **Interpretación:**

La figura 4.7 nos detalla las cantidades de los distintos tipos de fisuras que se encontraron en nuestros tipos de concretos. En el concreto patrón (CP) que nos sirve de guía, se originó una abertura del rango de  $e < 0.10\text{mm}$ , a la cual se le denomina microfisura; también se apreciaron 3 aberturas que están en el rango de  $0.11 < e < 0.20\text{mm}$ , a las cuales se les da la denominación de fisuras; 3 aberturas que están en el rango de  $0.20 < e < 0.40\text{mm}$  denominada macrofisuras; y por último, una abertura que encaja en el rango de  $0.41 < e < 1.00\text{mm}$ , que se le denomina grieta; por otra parte, en el concreto CF<sub>1</sub> 300gr/m<sup>3</sup> se produjo una abertura que encaja en el rango de  $e < 0.10\text{mm}$ , por ende recibe el nombre de microfisura, y una abertura que encaja en el rango de  $0.11 < e < 0.20\text{mm}$ , a la cual se le da el nombre de fisura.

**Figura 4. 7 Anchos de fisuras para cada tipo de dosificación de fibras.**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4. Determinación de la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de polipropileno

Del análisis de la información, se obtuvieron los siguientes resultados

**Tabla 4. 27 Reducción de la cantidad de fisuras respecto al área del paño con distintas dosis de fibras**

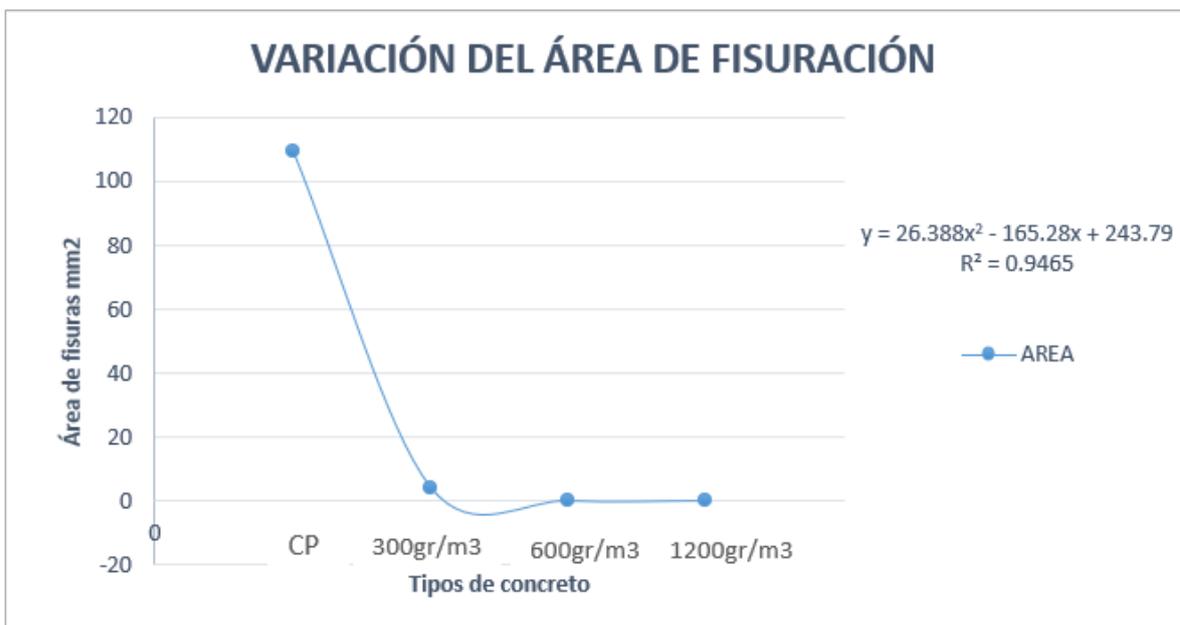
ÁREA DE FISURAS		
MUESTRA	Área de total de fisuras (mm <sup>2</sup> )	Porcentaje de área reducida
C.P.	109.75	-
CF <sub>1</sub> 300gr/m <sup>3</sup>	4.20	96.13%
CF <sub>2</sub> 600gr/m <sup>3</sup>	0.0	100%
CF <sub>3</sub> 1200gr/m <sup>3</sup>	0.0	100%

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación:

Mostramos figura 4.8 que es una representación gráfica de la tabla 4.27 se observa el área de las fisuras que se originaron en cada paño de cada tipo de concreto, en el Concreto Patrón hay un área total de 109.75mm<sup>2</sup>, mientras que en el concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> se originó un área total de 4.20 mm<sup>2</sup> originándose una reducción de fisuras al incremento de fibras de polipropileno del 96.13% con respecto al Concreto Patrón. Adiciónamele en los concretos CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no se presentó ninguna fisura por ende no hay áreas y el porcentaje de reducción es del 100% para cada tipo de concreto.

**Figura 4. 8 Porcentaje de fisuras respecto al tipo de concreto**



Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIONES**

Las discusiones se han desarrollado en el orden de los objetivos (general y específicos)

#### **Discusión 1**

La longitud de las fisuras varía de 16mm a 80mm para CP con un promedio de 48mm; para concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> varían de 15mm a 18mm con un promedio de 16.5mm; para concreto CF2 600gr/m<sup>3</sup> no hubo fisuración; para concreto CF3 1200gr/m<sup>3</sup> tampoco hubo fisuración. Tomando en cuenta un área en común de 6.25m<sup>2</sup> la relación K (sumatoria longitud de fisura/área) resulta:  $K_1 = 0.0000528 \text{ mm/mm}^2$ ,  $K_2 = 0.0000053 \text{ mm/mm}$ ,  $K_3 = 0$  y  $K_4 = 0$ , respectivamente.

Al respecto Nishihara et al (2019), en la tesis de grado titulada: “Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave American L.”, citado como antecedente nacional, se pudo apreciar que para un concreto similar, sin fibras de polipropileno 0% la longitud promedio fue de 53.960mm, para una mezcla con 0.5% fibras de polipropileno la longitud promedio es de 8.98mm, y para sus últimas dos variables de fibras por volumen 0.75% y 1.0% de concreto, no presentaron fisuras por contracción plástica. Asimismo, para Guido (2019), en su investigación de grado titulada: “Eficiencia del Control de Fisuramiento por Contracción Plástica del Hormigón mediante el uso de Fibra de Acero 4D”, se presentó una longitud media de las fisuras de 330 mm para un concreto libre de fibras, mientras que para un concreto con adición de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibras se presentó una longitud promedio de 320 mm en las fisuras que se originaron; para el mismo concreto, pero con adición de 20 kg/m<sup>3</sup> se tuvo un promedio en la longitud de fisuras de 303mm, para el mismo concreto, pero con adición de 30 kg/m<sup>3</sup> se tuvo un promedio en la longitud de fisuras de 180 mm.

Se puede contemplar, que los productos alcanzados para este objetivo son consistentes con los de los estudios preliminares, y por consiguiente, el objetivo es cumplido.

#### **Discusión 2**

Las velocidades de fisuración que se presentaron en campo, para nuestro concreto patrón (CP) tenemos una velocidad de 0.26 fisuras/min; para el concreto CF1 300 gr/m<sup>3</sup> se presentó una

velocidad de 0.3 fisuras/min; para los concretos de CF2 600 gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200 gr/m<sup>3</sup> no se registraron las velocidades al no producirse fisuras.

Según Ivala (2018), en su tesis de grado titulada: “Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  y  $F'C=245\text{kg/cm}^2$ ”, la primera fisura apareció a los 55 min posteriores al final de la colocación del concreto. Por ende, nuestra hipótesis es aceptada. Asimismo, para Guido (2019), en su investigación de grado titulada: “Eficiencia del Control de Fisuramiento por Contracción Plástica del Hormigón mediante el uso de Fibra de Acero 4D”, se presenció que las fisuras por contracción plástica para un concreto sin fibras, las fisuras aparecieron entre 2 y 4 horas luego de la colocación final de la mezcla; mientras que para el concreto reforzado con fibras, las fisuras se presentaron luego de dos horas y media a tres horas con treinta minutos después de la colocación del concreto.

Según se aprecia los datos obtenidos en este objetivo son equivalentes a los de los estudios previos, por ende, la meta es cumplida.

### **Discusión 3:**

La clasificación de los distintos anchos de fisuras que se encontraron en nuestros variados tipos de concreto fueron los siguientes: en el concreto patrón CP que nos sirve de guía se originó una abertura del rango de  $e<0.10\text{mm}$ , la cual se le denomina microfisura; también se apreciaron 3 aberturas que están en el rango de  $0.11<e<0.20\text{mm}$ , a las cuales se les da la denominación de fisuras; 3 aberturas que están en el rango de  $0.20<e<0.40\text{mm}$ , denominada macrofisuras; y, por último, una abertura que encaja en el rango de  $0.41<e<1.00\text{mm}$  que se le denomina grieta. Por otra parte, en el concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> se produjo una abertura que encaja en el rango de  $e<0.10\text{mm}$ , por ende, recibe el nombre de microfisura, y una abertura que encaja en el rango de  $0.11<e<0.20\text{mm}$ , a la cual se le da el nombre de fisura. Los concretos CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no presentaron fisuras, de lo que se infiere que las fibras ayudan a controlar que se desarrollen en estado plástico.

Según Ivala (2018), en su tesis de grado titulada: “Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  y  $F'C=245\text{kg/cm}^2$ ”, en un concreto con 210 kgf/cm<sup>2</sup> sin presencia de fibras hubo evidencia de 17 microfisuras, 11 fisuras, 14 macrofisuras y 6 grietas. Para un concreto con 0.4% de fibras se produjeron 12 microfisuras, 14 fisuras, 7 macrofisuras y cero grietas. Para un concreto con 0.7% de fibras se produjeron 8 microfisuras, 13 fisuras, 7 macrofisuras

y cero grietas; y para un concreto con 1.2% de fibras se produjeron 12 microfisuras, 10 fisuras, 2 macrofisuras y cero grietas. Asimismo, para Guido (2019), en su investigación de grado titulada: “Eficiencia del Control de Fisuramiento por Contracción Plástica del Hormigón mediante el uso de Fibra de Acero 4D”, para un concreto libre de fibras el menor espesor que se presentó en las fisuras originadas fue de 0.55mm y el mayor fue de 2.40mm; para el mismo concreto, pero con 15kg/m<sup>3</sup> de fibras, el ancho de fisuras que menor que se presentó fue de 0.05mm y el mayor fue de 0.95mm; para el mismo concreto, pero con 20kg/m<sup>3</sup> de fibras el ancho de fisuras que menor que se presento fue de 0.05mm y el mayor fue de 1.0mm; y por último, para el mismo concreto, pero con 30kg/m<sup>3</sup> de fibras el ancho de fisuras que menor que se presento fue de 0.05 mm y el mayor fue de 0.85 mm.

Según se aprecia los datos obtenidos en este objetivo son equivalentes a los de los estudios previos, por ende, la meta es cumplida.

#### **Discusión 4**

El área de fisuras que aparece en cada paño de cada tipo de concreto, en el C.P. hay un área total de 342.4 mm<sup>2</sup>, en el concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> se presentó un área total de 8.25 mm<sup>2</sup> originándose una reducción de fisuras al incremento de fibras de polipropileno. Pues en los concretos CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no se presentó ninguna fisura, por ende, no hay áreas con fisuras. Para Nishihara et al (2019), en la tesis de grado titulada: “Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave American L.”, citado como antecedente nacional, en un concreto con 0% de fibras de polipropileno se originó 7,835.86mm<sup>2</sup> en área de fisuras, mientras que para un concreto con 0.5% se produjo 607.70mm<sup>2</sup>, simultáneamente los concreto con fibras de 0.75% y 1.0% no presentaron fisuras, por ende no hubo áreas con fisuras. Asimismo, según Guido (2019), en su investigación de grado titulada: “Eficiencia del Control de Fisuramiento por Contracción Plástica del Hormigón mediante el uso de Fibra de Acero 4D”, usando un control de reducción de fisuras uso un concreto sin fibras que sirvió como referente, para el concreto con 15kg/m<sup>3</sup> de fibras el coeficiente es de 58%, el coeficiente para el concreto con 20kg/m<sup>3</sup> de fibras es de 68%, el coeficiente para el concreto con 30kg/m<sup>3</sup> de fibras es de 76%.

Según se aprecia los datos obtenidos en este objetivo son equivalentes a los de los estudios previos, por ende, la meta es cumplida.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

Las conclusiones se han desarrollado en el orden de los objetivos (específicos y generales)

#### **Conclusión 1**

La longitud de las fisuras para un concreto fibrorreforzado con adición de CF1 con 300gr/m<sup>3</sup> de fibras las fisuras por retracción plástica sumaron una longitud de 33mm±1.77mm, para un concreto CF2 con 600gr/m<sup>3</sup>, y CF3 con 1200gr/m<sup>3</sup> ya no se presenciaron fisuras. La adición de 300gr/m<sup>3</sup> redujo en 94%, la longitud de las fisuras en el Concreto Patrón sin fibras en 330mm±1.77mm

#### **Conclusión 2**

El tiempo de fisuración para el Concreto Patrón (CP) fue de 34min y se apreció 9 fisuras, para el siguiente paño fue el Concreto Fibrorreforzado 1 (CF1) con 300gr/m<sup>3</sup> de fibras de polipropileno, presentó un tiempo de fisuración de 6min y se apreció 2 fisuras; los concretos Concreto Fibrorreforzado 2 (CF2) 600gr/m<sup>3</sup> y Concreto Fibrorreforzado 3 (CF3) 1200gr/m<sup>3</sup> no presentaron fisuras por ende el tiempo de fisuración es cero.

#### **Conclusión 3**

Los distintos anchos de fisuras que se encontraron en nuestros variados tipos de concreto fueron los siguientes, en el concreto patrón (CP) se originó una abertura del rango de  $e < 0.10\text{mm}$ , a la cual se le denomina microfisura; también se apreció 3 aberturas que están en el rango de  $0.11 < e < 0.20\text{mm}$ , a las cuales se les da la denominación de fisuras; 3 aberturas que están en el rango de  $0.20 < e < 0.40\text{mm}$ , denominadas macrofisuras; y, por último, una abertura que encaja en el rango de  $0.41 < e < 1.00\text{mm}$ , que se le denomina grieta. Por otra parte, en el concreto CF1 300gr/m<sup>3</sup> se produjo una abertura que encaja en el rango de  $e < 0.10\text{mm}$ , por ende, recibe el nombre de microfisuras, y una abertura que encaja en el rango de  $0.11 < e < 0.20\text{mm}$ , a la cual se le da el nombre de fisura. Los concretos CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no presentaron fisuras de lo que se infiere que las fibras ayudan a controlar que se desarrollen en estado plástico.

#### **Conclusión 4**

El área de fisuras que apareció en cada paño de cada tipo de concreto fue, en el Concreto Patrón C.P. tomado como referencia se observó un área total de 342.4 mm<sup>2</sup> en fisuras,

mientras que en el Concreto Fibrorreforzado 1 (CF1) 300gr/m<sup>3</sup> presentó un área total de 8.25 mm<sup>2</sup> en fisuras, originándose una reducción de fisuras proporcional al incremento de fibras de polipropileno; simultáneamente en los Concretos Fibrorreforzados CF2 600gr/m<sup>3</sup> y CF3 1200gr/m<sup>3</sup> no se presentó ninguna fisura por ende no hay áreas de fisuración.

## **CAPÍTULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones se han desarrollado en el orden de las conclusiones (general y específicas)

#### **Recomendación 1**

Se recomienda emplear hasta un máximo de 300gr de fibras de polipropileno para reducir las fisuras por retracción, cantidades superiores a esta resultan innecesarias.

#### **Recomendación 2**

Debido a la disminución de las fisuras por retracción plástica, el tiempo de fisuración, también se disminuyó con la proporción de 300gr/m<sup>3</sup>, pero en la proporción de 600gr/m<sup>3</sup> al ya no presentarse fisuras es la proporción óptima para inhibir por completo las fisuras por contracción plástica.

#### **Recomendación 3**

Se recomienda a usar la proporción de 300gr/m<sup>3</sup> para comenzar a controlar las fisuras ocasionadas por contracción plástica, siendo la proporción de 600gr/m<sup>3</sup> la mejor opción, pues ya no presentaron fisuración, a proporciones mayores seguiría controlando las fisuras en el concreto en estado plástico, pero sería un gasto no recomendable.

#### **Recomendación 4**

Se recomienda usar fibras de polipropileno hasta la cantidad de 600gr/m<sup>3</sup>, pues esa es la proporción donde se eliminaron completamente las fisuras causadas por retracción plástica en pavimentos de concreto en la provincia de Cotabambas. Proporciones mayores a esta quitan trabajabilidad y habrá que usar aditivos plastificantes, y, por ende, el gasto se incrementaría, aparte que añadir más fibras no sería recomendable.

## REFERENCIAS

- 1) ACI 224R-1. (2001). *Control de Fisuración en Estructuras de Hormigón*. U.S.A.
- 2) ACI 544.1R-96. (2002). *Report on Fiber Reinforced Concrete*. U.S.A.
- 3) Alonso Serrano, A., Garcia Sans, L., Leon Rodrigo, I., Garcia Gordo, E., Gil Alvarado, B., & Ríos Brea, I. (2018). *Metodos de Investigación*. Lima.
- 4) Arias , F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas.
- 5) Cacoango Cando , G., & Millingalli Vega, M. (2019). *Eficiencia del control de fisuramiento por contraccion plástica del hormigón mediante el uso de fibra de acero 4D*. Quito.
- 6) Chapoñan, J., & Quispe, J. (2017). *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villa Maria - Nuevo Chimbote*. Chimbote.
- 7) Construye Perú. (2018). *Pavimentos: Soluciones flexibles y rígidas*. Lima.
- 8) EUCLIP GROUP. (2019). *Guía de especificación para el tratamiento de fisuras en el concreto*. Colombia.
- 9) Giaccio, G. (1999). *Ciencia y tecnología del hormigón*. La Plata.
- 10) Gonzales, G. (2017). *Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y aditivo compensador*. Bogotá.
- 11) Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México.
- 12) Herrera, S., & Polo, M. (2017). *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica*. Arequipa.
- 13) Ivala, C. (2018). *Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $F'_{C}=210\text{kg/cm}^2$  y  $F'_{C}=245\text{kg/cm}^2$* . Huancayo.

- 14) Jiménez Paneque, R. (1998). *Metodología de la investigación, elementos básicos para la investigación clínica*. La Habana.
- 15) Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. México: PCA.
- 16) Magallanes, L., & Montenegro, S. (2019). *Determinación de porcentaje óptimo de fibra de polipropileno y fibra de nylon para elaboración de hormigones para pavimento rígido de  $f'c = 35$  MPa*. Guayaquil.
- 17) Mendoza, C., Aire, C., & Davila, P. (2011). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades de concreto en estados plástico y endurecido*. México.
- 18) Nishihara, J., & Montalvo, M. (2019). *Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave American L*. Lima.
- 19) PSI. (2020). *Fibra para el concreto: guía de tipos y usos*. México.
- 20) Rincon , S., & Villafuerte, L. (2018). *Efectos de la retracción por secado y cargas térmicas en el comportamiento deformacional de losas de un concreto de ultra alto desempeño (UHPC) empleadas como pavimento rígido*. Bogotá.
- 21) Robledo, C. (2006). *Técnicas y procesos de investigación*. Guatemala.
- 22) Sanches de Guzman, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogota.
- 23) SIKA. (2011). *Concreto reforzado con fibras*. Lima.
- 24) Tam Malaga, J., Vera, G., & Oliveros Ramos, R. (2008). *Tipos, métodos y estrategias de investigación*. Lima.
- 25) Vidau, E. (2013). *Fisuras en el concreto ¿síntoma o enfermedad?* Lima.
- 26) Zarate, C., Carbajal, Y., Velasquez, R., Figueredo, C., & Robles, H. (2017). *Metodología de la investigación*. Lima: USMP.

**ANEXO 1**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**



**ANEXO 2**  
**FICHA DE OBSERVACIÓN**

**FICHA DE OBSERVACION PARA DETERMINAR LA MAGNITUD DE  
FISURACION EN LOS PAÑOS DE PRUEBA**

Presentado por:	Bach. Anibal Aldo Huacho Ochoa
Esta ficha de observacion sera de ayuda para la recoleccion de datos en el desarrollo de la tesis de grado: "CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION EN ESTADO PLASTICO EN PAVIMENTOS DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS DE POLIPROPILENO, COTABAMBAS, APURIMAC 2021."	



**Universidad  
Continental**

**A. DATOS PRELIMINARES**

Nombre del paño de prueba	CP
Volumen del paño (m <sup>3</sup> )	0.94
Resistencia del concreto (f'c)	210 Kgf/cm <sup>2</sup>
Hora de inicio de vaciado	09:50 a.m.
Hora de fin de vaciado	10:36 a.m.
Slump (cm)	6" - 15.24 cm
Dosificacion de fibra (gr/m <sup>3</sup> )	0
Temperatura del concreto al inicio del vaciado (°C)	23.7 °C

**B. OBSERVACION DEL FRAGUADO**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPERATURA DEL CONCRETO AL BROTE LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROTE AL BROTE FISURA (m/s)	TEMPERATURA DEL AMBIENTE AL BROTE AL BROTE FISURA (°C)	CLASIFICACION SEGÚN ANCHO
F1	02:56 pm	0.25	16	17.0	2.0	13.0	Macrofisura
F2	02:57 pm	0.175	31	17.0	2.1	13.0	fisura
F3	02:59 pm	0.2	18	17.1	3.0	14.0	fisura
F4	03:01 pm	0.35	25	16.5	3.1	13.0	Macrofisura
F5	03:03 pm	0.425	55	18.0	3.0	13.5	Grieta
F6	03:05 pm	0.4	80	17.2	2.5	13.0	Macrofisura
F7	03:18 pm	0.45	59	18	3.1	12.5	Grieta
F8	03:23 pm	0.15	29	18.5	3.4	13.0	fisura
F9	03:30 pm	0.10	17	18	2.5	13.5	Microfisura
F10							
F11							
F12							
F13							
F14							
F15							
F16							
F17							
F18							
F19							
F20							
F21							
F22							
F23							
F24							
F25							
F26							
F27							
F28							

**FICHA DE OBSERVACION PARA DETERMINAR LA MAGNITUD DE FISURACION EN LOS PAÑOS DE PRUEBA**

Presentado por: Bach. Anibal Aldo Huacho Ochoa

Esta ficha de observacion sera de ayuda para la recoleccion de datos en el desarrollo de la tesis de grado: "CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION EN ESTADO PLASTICO EN PAVIMENTOS DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS DE POLIPROPILENO, COTABAMBAS, APURIMAC 2021."



Universidad  
Continental

**A. DATOS PRELIMINARES**

Nombre del paño de prueba	CF1 300 gr/m <sup>3</sup>
Volumen del paño (m <sup>3</sup> )	0.94
Resistencia del concreto (f'c)	210 kgf/cm <sup>2</sup>
Hora de inicio de vaciado	10:41 am
Hora de fin de vaciado	11:02 am
Slump (cm)	4.5" - 11.43 cm
Dosificacion de fibra (gr/m <sup>3</sup> )	300 gr/m <sup>3</sup>
Temperatura del concreto al inicio del vaciado (°C)	25.7 °C

**B. OBSERVACION DEL FRAGUADO**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPERATURA DEL CONCRETO AL BROTE LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROTE AL BROTE FISURA (m/s)	TEMPERATURA DEL AMBIENTE AL BROTE AL BROTE FISURA (°C)	CLASIFICACION SEGÚN ANCHO
F1	03:20 pm	0.10	15	17.5	2.9	13.0	Micro fisura
F2	03:26 pm	0.15	18	17.0	3.5	13.5	fisura
F3							
F4							
F5							
F6							
F7							
F8							
F9							
F10							
F11							
F12							
F13							
F14							
F15							
F16							
F17							
F18							
F19							
F20							
F21							
F22							
F23							
F24							
F25							
F26							
F27							
F28							

**FICHA DE OBSERVACION PARA DETERMINAR LA MAGNITUD DE FISURACION EN LOS PAÑOS DE PRUEBA**

Presentado por:	Bach. Anibal Aldo Huacho Ochoa
Esta ficha de observacion sera de ayuda para la recoleccion de datos en el desarrollo de la tesis de grado: "CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION EN ESTADO PLASTICO EN PAVIMENTOS DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS DE POLIPROPILENO, COTABAMBAS, APURIMAC 2021."	



**Universidad  
Continental**

**A. DATOS PRELIMINARES**

Nombre del paño de prueba	CF2 600 gr/m <sup>2</sup>
Volumen del paño (m <sup>3</sup> )	0.94
Resistencia del concreto (f'c)	210 kgf/cm <sup>2</sup>
Hora de inicio de vaciado	11:14 am
Hora de fin de vaciado	11:51 am
Slump (cm)	3" - 7.62 cm
Dosificacion de fibra (gr/m <sup>3</sup> )	600 gr/m <sup>3</sup>
Temperatura del concreto al inicio del vaciado (°C)	22.4 °C

**B. OBSERVACION DEL FRAGUADO**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPERATURA DEL CONCRETO AL BROTE LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROTE AL BROTE FISURA (m/s)	TEMPERATURA DEL AMBIENTE AL BROTE AL BROTE FISURA (°C)	CLASIFICACION SEGÚN ANCHO
F1		NO SE PRESENTARON FISURAS					
F2							
F3							
F4							
F5							
F6							
F7							
F8							
F9							
F10							
F11							
F12							
F13							
F14							
F15							
F16							
F17							
F18							
F19							
F20							
F21							
F22							
F23							
F24							
F25							
F26							
F27							
F28							

**FICHA DE OBSERVACION PARA DETERMINAR LA MAGNITUD DE  
FISURACION EN LOS PAÑOS DE PRUEBA**

Presentado por: Bach. Anibal Aldo Huacho Ochoa  
 Esta ficha de observacion sera de ayuda para la recoleccion de datos en el desarrollo de la tesis de grado: "CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION EN ESTADO PLASTICO EN PAVIMENTOS DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS DE POLIPROPILENO, COTABAMBAS, APURIMAC 2021."



**Universidad  
Continental**

**A. DATOS PRELIMINARES**

Nombre del paño de prueba	CF3 1200 gr/m <sup>3</sup>
Volumen del paño (m <sup>3</sup> )	0.94
Resistencia del concreto (f'c)	210 kgf/cm <sup>2</sup>
Hora de inicio de vaciado	11:58 am
Hora de fin de vaciado	12:33 pm
Slump (cm)	2" - 5.08 cm
Dosificacion de fibra (gr/m <sup>3</sup> )	1200 gr/m <sup>3</sup>
Temperatura del concreto al inicio del vaciado (°C)	19.0 °C

**B. OBSERVACION DEL FRAGUADO**

FISURA	HORA DE BROTE	ANCHO PROM. DE BROTE (mm)	LONGITUD DE FISURA (mm)	TEMPERATURA DEL CONCRETO AL BROTE AL BROTAR LA FISURA (°C)	VELOCIDAD DEL VIENTO AL BROTAR FISURA (m/s)	TEMPERATURA DEL AMBIENTE AL BROTE AL BROTAR FISURA (°C)	CLASIFICACION SEGÚN ANCHO
F1		NO SE PRESENTARON FISURAS					
F2							
F3							
F4							
F5							
F6							
F7							
F8							
F9							
F10							
F11							
F12							
F13							
F14							
F15							
F16							
F17							
F18							
F19							
F20							
F21							
F22							
F23							
F24							
F25							
F26							
F27							
F28							

**ANEXO 3**  
**DISEÑO DE MEZCLAS**

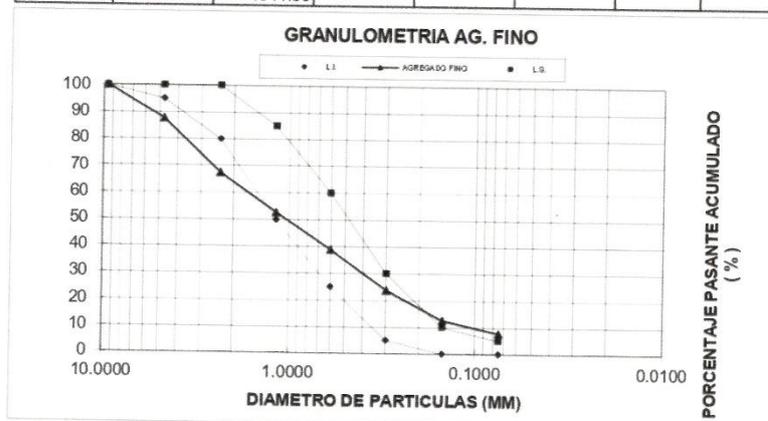


**GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA  
OBRA PROYECTO DE TESIS

LOCALIZACION DIAGONAL SAUSAMA S/N CHALLHUAHUACHO  
MATERIAL AGREGADO FINO  
CANTERA OBRAMART - CHALLHUAHUACHO  
DESIGNACION ASTM C33-16  
FECHA AREQUIPA, 2020 ABRIL

Malla	Abertura mm	Peso	Porcentaje	Porcentaje	Pasante Acumulado	ASTM C33-16 (Pasa)	
		Retenido gr.	Retenido %	Ret. Acum. %		NTP 400.037-2014	
						L.I.	L.S.
3/8"	9.5000	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 4	4.7500	128.80	12.37	12.37	87.63	95	100
Nº 8	2.3600	212.10	20.37	32.74	67.26	80	100
Nº 16	1.1800	153.00	14.69	47.43	52.57	50	85
Nº 30	0.6000	143.50	13.78	61.21	38.79	25	60
Nº 50	0.3000	157.40	15.12	76.33	23.67	5	30
Nº 100	0.1500	116.50	11.19	87.52	12.48	0	10
Nº 200	0.0750	50.50	4.85	92.37	7.63	0	5
< 200		79.50	7.63	100.00	0.00		
Total		1041.30					



**MODULO DE FINEZA** 3.176

**CONSIDERACIONES GENERALES:**

- El material fué entregado al Laboratorio por el Solicitante
- De acuerdo a la NTP 400.037, se permitirá el uso del agregado que no cumpla con la gradación indicada, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto), de la calidad requerida.



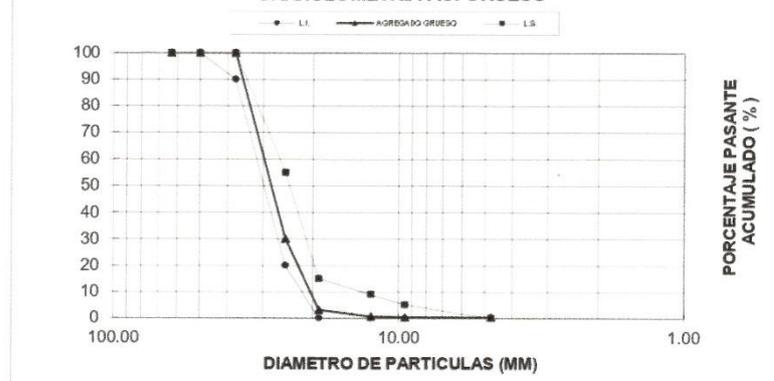
**GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA  
OBRA PROYECTO DE TESIS

LOCALIZACION DIAGONAL SAUSAMA S/N CHALLHUAHUACHO  
MATERIAL AGREGADO GRUESO  
CANTERA OBRAMART - CHALLHUAHUACHO  
DESIGNACION ASTM C33-16  
FECHA AREQUIPA, 2020 ABRIL

Malla	Abertura mm	Peso	Porcentaje	Porcentaje	Pasante Acumulado %	ASTM C33-16 (Pasa) NTP 400.037-2014	
		Retenido gr.	Retenido %	Ret. Acum. %		L.I.	L.S.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	--	--
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	90	100
1"	25.00	7064.00	69.91	69.91	30.09	20	55
3/4"	19.00	2734.50	27.06	96.98	3.02	0	15
1/2"	12.50	243.00	2.40	99.38	0.62	--	--
3/8"	9.50	34.50	0.34	99.72	0.28	0	5
Nº 4	4.75	1.50	0.01	99.74	0.26	--	--
< Nº 4		26.50	0.26	100.00	0.00	--	--
Total		10104.00					

**GRANULOMETRIA AG. GRUESO**



**MODULO DE FINEZA** 7.967

**CONSIDERACIONES GENERALES:**

- El material fué entregado al Laboratorio por el Solicitante
- De acuerdo a la NTP 400.037, se permitirá el uso del agregado que no cumpla con la gradación indicada, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto), de la calidad requerida.
- El nombre de la cantera ha sido designada por el Solicitante.



**PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES**

SOLICITA ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA  
PROYECTO PROYECTO DE TESIS

DIRECCIÓN DIAGONAL SAUSAMA S/N CHALLHUAHUACHO  
AGREGADO FINO OBRAMART - CHALLHUAHUACHO  
AGREGADO GRUESO OBRAMART - CHALLHUAHUACHO  
FECHA AREQUIPA, 2020 ABRIL

**GRANULOMETRIA**

MALLA AMERICANA	ABERTURA EN mm:	AGREGADO FINO % PESO		AGREGADO GRUESO % PESO		ASTM C33-16 (Pasante) NTP 400.037-2014 (Pasante) ESPECIFICACION	
		RETENIDO	PASANTE	RETENIDO	PASANTE	ARENA	GRAVA
2 1/2 "				0.00	100.00		
2 "	50.000			0.00	100.00		100 - 100
1 1/2 "	37.500			0.00	100.00		90 - 100
1 "	25.000			69.91	30.09		20 - 55
3/4 "	19.000			27.06	3.02		0 - 15
1/2 "	12.500			2.40	0.62		
3/8 "	9.500	0.00	100.00	0.34	0.28		0 - 5
No 4	4.750	12.37	87.63	0.01	0.26	95 - 100	
No 8	2.360	20.37	67.26	0.26	0.00	80 - 100	
No 16	1.180	14.69	52.57			50 - 85	
No 30	0.600	13.78	38.79			25 - 60	
No 50	0.300	15.12	23.67			5 - 30	
No 100	0.150	11.19	12.48			0 - 10	
No 200	0.075	4.85	7.63			0 - 5	

**PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES**

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
Peso Especifico SSS	2.604	2.608	g/cm <sup>3</sup>
% Cont. d Humedad	1.610	0.190	%
% Absorción	1.684	1.419	%
Peso Unitario Suelto	1.617	1.410	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	1.794	1.544	g/cm <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	3.176	7.967	
% Pasante Malla # 200	7.635	-	%
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4	pulg

Cemento :	<b>YURA TIPO IP</b>	Peso Especifico :	2.83	g/cm <sup>3</sup>
-----------	---------------------	-------------------	------	-------------------

**CONSIDERACIONES GENERALES:**

- Los materiales fueron entregados al Laboratorio por el Solicitante
- De acuerdo a la NTP 400.037, se permitirá el uso del agregado que no cumpla con la gradación indicada, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto), de la calidad requerida.
- El nombre de la cantera ha sido designada por el Solicitante.



### DISEÑO DE MEZCLAS

SOLICITA : ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA  
PROYECTO : PROYECTO DE TESIS

DIRECCIÓN : DIAGONAL SAUSAMA S/N CHALLHUAHUACHO  
AGREGADO FINO : OBRAMART - CHALLHUAHUACHO  
AGREGADO GRUESO : OBRAMART - CHALLHUAHUACHO  
FECHA : AREQUIPA, 2020 ABRIL

RUC : 0

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

Densidad	2271	kg/m <sup>3</sup>
Relación Arena/Agregado	0.45	

#### DOSIFICACIÓN PARA

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ( $\approx 21 \text{ MPa}$ )

Slump: 6 pulgadas

#### PESOS S.S.S.

Agua	202	L/m <sup>3</sup>
Cemento	381	kg/m <sup>3</sup>
Ag. Fino	759	kg/m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	929	kg/m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.53	

S.S.S. : Saturado Superficialmente Seco

#### PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (OBRA)

Agua	214	L/m <sup>3</sup>
Cemento	381	kg/m <sup>3</sup>
Ag. Fino	759	kg/m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	918	kg/m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.56	

Cemento : YURA TIPO IP

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción en peso	1	1.99	2.41
Agua		23.87	Litros/saco

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción aproximada en volumen	1	1.83	2.54
Agua		23.87	Litros/saco

#### CONSIDERACIONES GENERALES:

- Los materiales fueron entregados al Laboratorio por el Solicitante.
- El Diseño de Mezclas realizado esta proyectado para obtener la resistencia a la compresión indicada a los 28 días, habiendo sido verificado a los 07 días.
- La resistencia de diseño promedio ha sido calculada de acuerdo a la Norma E.060 del RNE.
- El tipo de cemento utilizado ha sido definido y proporcionado por el solicitante.
- Para el diseño de mezclas se ha utilizado Agua Potable.
- El Slump del diseño ha sido definido por el solicitante, de acuerdo a la estructura y tipo de vaciado.
- El nombre de las canteras han sido designadas por el Solicitante.
- Para la verificación de la resistencia a la compresión del diseño, en las probetas cilindricas se ha realizado un curado húmedo por inmersión total de forma permanente y continua.

**ANEXO 4**

**ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE  
RECOLECCIÓN DE DATOS**

## ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**PROYECTO: CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION EN ESTADO PLASTICO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO MEDIANTE DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, COTABAMBAS, APURIMAC 2021.**

**AUTOR: ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA**

I.- INFORMACION GENERAL:						EXPERTO																			
UBICACIÓN: MANUEL SEOANE CORRALES S/N						c																			
DISTRITO:	CHALLHUAHUACHO	ALTITUD:	3695 m.s.n.m.			0.9																			
PROVINCIA:	COTABAMBAS	LATITUD:	14° 7' 7" Sur																						
REGION:	APURIMAC	LONGITUD:	72° 14' 47" Oeste																						
II.- Longitud de fibras						0.9																			
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:																									
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und																				
microfibras	cm	macrofibras	cm	mixtas	cm																				
III.- Dosificación de fibras						0.9																			
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:																									
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und																				
	300 gr/m3		600 gr/m3		1200 gr/m3																				
IV.- Forma de fibras						0.9																			
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:																									
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und																				
monofilamento	gr	fililadas	gr	mixtas	gr																				
V.- Longitud de fisuras						0.9																			
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:																									
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und																				
Largas	mm	Cortas	mm	Medianas	mm																				
VI.- Tiempo de aparición de fisuras						0.8																			
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:																									
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und																				
Fraguado inicial	min	Fraguado final	min	Fraguado inter.	min																				
VII.- Ancho de fisuras						0.8																			
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:																									
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und																				
Anchas	mm	Angostas	mm	Intermedias	mm																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">APELLIDOS Y NOMBRES:</td> <td style="width: 30%;">Quispe Hancacuro, Jaime Javier</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">SUMA</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">6.1</td> </tr> <tr> <td>PROFESION</td> <td>INGENIERO CIVIL</td> <td style="text-align: center;">PROMEDIO</td> <td style="text-align: center;">0.87</td> </tr> <tr> <td>REGISTRO CIP No:</td> <td>59900</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EMAIL:</td> <td>jaimequispe@gmail.com</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TELEFONO:</td> <td>952717022</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						APELLIDOS Y NOMBRES:	Quispe Hancacuro, Jaime Javier	SUMA	6.1	PROFESION	INGENIERO CIVIL	PROMEDIO	0.87	REGISTRO CIP No:	59900			EMAIL:	jaimequispe@gmail.com			TELEFONO:	952717022		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quispe Hancacuro, Jaime Javier	SUMA	6.1																						
PROFESION	INGENIERO CIVIL	PROMEDIO	0.87																						
REGISTRO CIP No:	59900																								
EMAIL:	jaimequispe@gmail.com																								
TELEFONO:	952717022																								

**Según Oseda (2011):**



0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta



## ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

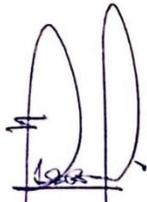
PROYECTO CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION EN ESTADO PLASTICO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS DE POLIPROPILENO, COTABAMBAS, APURIMAC 2021

AUTOR: ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA

I. INFORMACION GENERAL						EXPERTO
UBICACION: MANUEL SEOANE CORRALES S/N						B
DISTRITO	CHALLHUACHUACHO	ALTITUD	3695 m s n m			0.9
PROVINCIA	COTABAMBAS	LATITUD	14° 7' 7" Sur			
REGION	APURIMAC	LONGITUD	72° 14' 47" Oeste			
II. Longitud de fibras						0.9
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
microfibras	cm	macrofibras	cm	mixtas	cm	0.9
III. Dosificación de fibras						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	0.9
	300 gr/m3		600 gr/m3		1200 gr/m3	
IV. Forma de fibras						0.9
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
monofilamento	gr	fibriladas	gr	mixtas	gr	0.8
V. Longitud de fisuras						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	0.8
Largas	mm	Cortas	mm	Medianas	mm	
VI. Tiempo de aparición de fisuras						0.8
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Fraguado inicial	min	Fraguado final	min	Fraguado inter	min	0.9
VII. Ancho de fisuras						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	0.9
Ancoras	mm	Angostas	mm	Intermedias	mm	
APELLIDOS Y NOMBRES:		PACHICO PACHICO TUMAS PACHECO			SUMA	6.1
PROFESION:		INGENIERO CIVIL			0.87	
REGISTRO CIP No:		33917				
EMAIL:		fpacheco@pypcontrolistas.com				
TELEFONO:		999899654			PROMEDIO	

Según Oseda (2011):

0	0,5	1

  
**TOMAS PACHECO PACHECO**  
 I. GENERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 33917

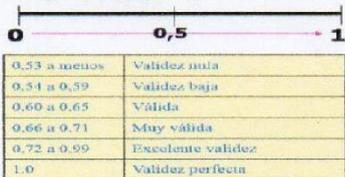
## ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION EN ESTADO PLASTICO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO MEDIANTE FIBRAS DE POLIPROPILENO, COTABAMBAS, APURIMAC 2021.

AUTOR: ANIBAL ALDO HUACHO OCHOA

I.- INFORMACION GENERAL:						EXPERTO	
UBICACIÓN: MANUEL SEQANE CORRALES S/N						A	
DISTRITO: CHALLHUAHUACHO		ALTITUD: 3695 m.s.n.m.				0.9	
PROVINCIA: COTABAMBAS		LATITUD: 14° 7' 7" Sur					
REGION: APURIMAC		LONGITUD: 72° 14' 47" Oeste					
II.- Longitud de fibras							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.9	
microfibras	cm	macrofibras	cm	mixtas	cm		
III.- Dosificación de fibras							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.9	
300	gr/m3	600	gr/m3	1200	gr/m3		
IV.- Forma de fibras							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.8	
monofilamento	gr	fibriladas	gr	mixtas	gr		
V.- Longitud de fisuras							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.95	
Largas	mm	Cortas	mm	Medianas	mm		
VI.- Tiempo de aparición de fisuras							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.85	
Fraguado inicial	min	Fraguado final	min	Fraguado inter.	min		
VII.- Ancho de fisuras							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	0.87	
Anchas	mm	Angostas	mm	Intermedias	mm		
APELLIDOS Y NOMBRES:		AGUIRRE ZEVALLOS SAULO				SUMA	6.17
PROFESION		INGENIERO CIVIL				PROMEDIO	0.88
REGISTRO CIP No:		125727					
EMAIL:		aguirresaulo@gmail.com					
TELEFONO:		991913558					

Según Oseda (2011):



*Saulo Aguirre Zevallos*  
Saulo Aguirre Zevallos  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 125727

**ANEXO 5**  
**FICHA TÉCNICA DE LA FIBRA DE POLIPROPILENO**



# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaFiber® PE

### FIBRA SINTÉTICA PARA EL REFUERZO DE CONCRETO

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad 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.

#### USOS

- Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)
- 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 compresión.
- La acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

#### CERTIFICADOS / NORMAS

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

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

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

## INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	< 2%
Resistencia a la Tensión	468 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad	15,000 kg/cm <sup>2</sup>
Elongación de Rotura	26%
Resistencia a la Alcalinidad	Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacterias.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

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

### DOSIFICACIÓN

- Hasta  $f'c = 300$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizar 600 g de SikaFiber® PE por m<sup>3</sup> de concreto.
- Para concretos de alta resistencia, mayores a  $f'c = 300$  kg/m<sup>2</sup>, utilizar 1 kg de SikaFiber® PE por m<sup>3</sup> de concreto.
- Para mezclas de shotcrete, utilizar de 2 a 8 kg de SikaFiber® PE por m<sup>3</sup> de concreto.

## LIMITACIONES

SikaFiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo. 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. La adición de SikaFiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



**ANEXO 6**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 1:** Encofrado listo para el colocado del concreto, dividido en cuatro paños, cada uno para cada tipo de concreto con distinta cantidad de fibras de polipropileno.



**Fotografía 2:** Fin de la colocación del Concreto Patrón (sin fibra)



**Fotografía 3:** Toma de temperatura del concreto colocado.



**Fotografía 4:** Toma de temperatura del concreto colocado.



**Fotografía 5:** Toma y anotación de las variaciones del slump en los distintos tipos de concreto.



**Fotografía 6:** Anotación de las variaciones del slump en los distintos tipos de concreto.



**Fotografía 7:** Colocación del primer paño con fibras 300gr/m<sup>3</sup> y vibrado para un buen esparcimiento de la mezcla.



**Fotografía 8:** Colocación del último paño con fibras 1200gr/m<sup>3</sup>.



**Fotografía 9:** Anotación de las variaciones del slump en los distintos tipos de concreto.



**Fotografía 10:** Anotación de las primeras fisuras originadas en el paño del Concreto Patrón (sin fibras).



**Fotografía 11:** Fisuras F4, F5 en el paño del Concreto Patrón (sin fibras).



**Fotografía 12:** Superficie del pavimento con fibras de polipropileno.