

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**FIBRA DE POLIPROPILENO MONOFILAMENTO PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL
CONCRETO**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR:

Bach. ROSARIO CORDOVA, LUIS ENRIQUE

Bach. VELIZ TORRES, FRANCO ANDRE DE JESUS

ASESORA:

Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, a mi hermana y amigos quienes siempre estuvieron apoyándome.

A mi mamá Fryda Margarita Torres Kusch por darme siempre su apoyo en todo momento, consejos y ánimos durante todo el transcurso de mi vida. A mi hermana Leslye Luz de Jesus Veliz Torres por aconsejarme, acompañarme y tratar siempre de estar a mi lado apoyándome en mis decisiones. A mi papá Jaime Veliz Salome por los tantos consejos que me brindó para poder seguir adelante y no rendirme en esta hermosa carrera. A mis compañeros de la universidad que me acompañaron y apoyaron durante toda la carrera.

Veliz Torres, Franco Andre de Jesus.

Dedico esta tesis a mi padre Luis Enrique Rosario Guevara y Esther Cordova Nieves como también a de mis hermanas Athenas Rosario y Esthefany Rosario por el apoyo continuo en los años de carrera, el esfuerzo increíble que realizaban para poder permitirme crecer como un profesional, inculcándome los valores necesarios para poder afrontar los desafíos de la vida.

De igual manera a mis familiares que pudieron acompañarme en este camino y por último a todos mis compañeros universitarios que se convirtieron en cómplices de muchas metas futuras.

Rosario Cordova, Luis Enrique.

AGRADECIMIENTO

A muestra asesora: Mg. Ing. Liliana Janet Chavarría Reyes y al Dr. Ing. Carlo Magno Chavarry Vallejos, por su enseñanza, guía, aporte continuo y sus consejos para el presente trabajo de investigación.

Veliz Torres, Franco Andre de Jesus.

Rosario Cordova, Luis Enrique

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad de la problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1 Problemas específicos	2
1.3.2 Objetivo general	2
1.3.3 Objetivos específicos.....	2
1.4 Delimitación de la investigación	3
1.4.1 Geografía.....	3
1.4.2 Temporal	3
1.4.3 Temática	3
1.4.4 Muestra.....	3
1.5 Justificación del Estudio	3
1.5.1 Conveniencia.....	3
1.5.2 Relevancia Social	3
1.5.3 Aplicaciones prácticas	4
1.5.4 Utilidad metodológica	4
1.5.5 Valor teórico.....	4
1.6 Importancia del estudio.....	4
1.6.1 Nuevos conocimientos	4
1.6.2 Aporte.....	4
1.7 Limitaciones del estudio	4
1.7.1 Falta de estudios previos de investigación	4
1.7.2 Metodológicos o prácticos	4
1.7.3 Medidas para la recolección de los datos	5
1.7.4 Obstáculos de la investigación	5
1.8 Alcance	5
1.9 Viabilidad del estudio	5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco histórico.....	6
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	7
2.2.1 Investigaciones internacionales.....	7
2.2.2 Investigaciones nacionales	9
2.2.3 Artículos relacionados con el tema	12
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	17
2.3.1 Fibra de polipropileno monofilamento.....	17
2.3.2 Propiedades del concreto.....	20
2.4 Definición de términos básicos.....	22
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis.....	23
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	24
3.1 Hipótesis	24
3.1.1 Hipótesis General	24
3.1.2 Hipótesis Específicas.....	24
3.2 Variables	24
3.2.1 Variable independiente.....	24
3.2.2 Variable dependiente.....	24
3.2.3 Variables intervinientes.....	24
3.2.4 Definición conceptual	24
3.2.5 Definición operacional	25
3.2.6 Operacionalización de variables.....	26
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO	27
4.1 Método de la Investigación.....	27
4.2 Tipo de la Investigación.....	27
4.3 Nivel de Investigación	28
4.4 Diseño de la investigación	28
4.5 Población y Muestra	28
4.5.1 Población.....	28
4.5.2 Muestra.....	29
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
4.6.1 Instrumento de recolección de datos	29

4.6.2 Métodos y técnicas	31
4.7 Descripción de procesamientos de análisis.....	32
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
5.1 Resultados de investigación.....	37
5.2 Contrastación de hipótesis.	59
DISCUSIÓN	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	79
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de Operacionalización de la variable.	25
Tabla 2. Operacionalización de variables	26
Tabla 3. Ensayo de asentamiento (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	38
Tabla 4. Ensayo de asentamiento (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	39
Tabla 5. Ensayo de asentamiento (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	40
Tabla 6. Ancho de fisura (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	42
Tabla 7. Ancho de fisura (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	43
Tabla 8. Ancho de fisura (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	45
Tabla 9. Ensayo de compresión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	46
Tabla 10. Ensayo de compresión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	48
Tabla 11. Ensayo de compresión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).	49
Tabla 12. Ensayo de flexión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	51
Tabla 13. Ensayo de flexión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	52
Tabla 14. Ensayo de flexión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	53
Tabla 15. Ensayo de flexión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).....	55
Tabla 16. Ensayo de penetración de cloruro (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).	56
Tabla 17. Ensayo de flexión (kg/cm ²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fibra monofilamento	19
Figura 2. Fibra multifilamento.....	20
Figura 3 Tabla de control de trabajabilidad	20
Figura 4. Resistencia a la compresión	21
Figura 5. Mapa conceptual de investigación.	23
Figura 6. Tabla de clasificación de técnicas e instrumentos.....	31
Figura 7. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs asentamiento (mm).....	38
Figura 8. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs asentamiento (mm).....	39
Figura 9. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs asentamiento (mm).....	41
Figura 10. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs ancho de fisura (mm).....	42
Figura 11. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs ancho de fisura (mm).....	44
Figura 12. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs ancho de fisura....	45
Figura 13. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs resistencia a la compresión (kg/cm ²).	47
Figura 14. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs resistencia a la compresión (kg/cm ²).	48
Figura 15 Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs resistencia a la compresión (kg/cm ²).	50
Figura 16. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs resistencia a la flexión (kg/cm ²).....	51
Figura 17. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs resistencia a la flexión (kg/cm ²).....	52
Figura 18. Resistencia a la flexión (kg/cm ²) vs dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³).	54
Figura 19. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs resistencia a la flexión (kg/cm ²).....	55
Figura 20. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³) vs Penetración de cloruro (mm)	57

Figura 21. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3) vs Penetración de cloruro (mm)	58
Figura 22. Asentamientos (mm) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).....	60
Figura 23 Ancho de fisura (mm) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).....	62
Figura 24. Resistencia a la compresión (kg/cm^2) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3)	64
Figura 25. Resistencia a la flexión (kg/cm^2) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3)	66
Figura 26. Penetración de cloruro (mm) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).	68

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, esta investigación se desarrolló de manera descriptiva, explicativa donde se estudió: El asentamiento, contracción plástica, la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y durabilidad del concreto, incorporando fibra de polipropileno monofilamento tomando datos de tesis y artículos científicos donde se desarrollaron de manera experimental evaluando los resultados obtenidos. Los resultados concluyeron la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto, la adición de fibra de polipropileno monofilamento no aporta una mejora en la trabajabilidad, donde se observa la disminución de 127 mm a 8 mm con adición de fibra de 0.35 kg/m³ y 2.84 kg/m³, la reducción de fisura de contracción plástica mejoró con la adición de fibra de 0.30 kg/m³ a 1.20 kg/m³ el ancho de fisura disminuyó desde 0.80 mm a 0.10 mm, la resistencia de compresión mejoró desde 246 kg/cm² a 329 kg/cm² con dosis de 0.5 kg/m³ a 4.5 kg/m³, la resistencia de flexión mejoró desde 36 kg/cm² a 73 kg/cm² con la adición de fibra 0.50 kg/m³ a 4.50 kg/m³ y respecto a la durabilidad la adición de fibra mejora la resistencia a la penetración de cloruro, donde se vio una disminución de profundidad de 19.80 mm y 10.66 mm con las dosis de 4.50 kg/m³ y 5.46 kg/m³.

Palabras clave: Fibra de polipropileno monofilamento, propiedades físicas del concreto, propiedades mecánicas del concreto, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, contracción plástica, durabilidad y asentamiento.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the optimal dosage of monofilament polypropylene fiber to improve the physical and mechanical properties of concrete, this research was developed in a descriptive, explanatory way where: the settlement, plastic shrinkage, resistance to compression, flexural strength and durability of concrete, incorporating monofilament polypropylene fiber taking data from theses and scientific articles where they were developed experimentally evaluating the results obtained. The results concluded the improvement of the physical and mechanical properties of the concrete, the addition of monofilament polypropylene fiber does not provide an improvement in workability, where the decrease from 127 mm to 8 mm is observed with the addition of fiber of 0.35 kg/m³ and 2.84 kg/m³, plastic shrinkage crack reduction improved with the addition of fiber from 0.30 kg/m³ to 1.20 kg/m³, crack width decreased from 0.80 mm to 0.10 mm, compression resistance improved from 246 kg/cm² at 329 kg/cm² with doses from 0.5 kg/m³ to 4.5 kg/m³, the flexural strength improved from 36 kg/cm² to 73 kg/cm² with the addition of fiber 0.50 kg/m³ to 4.50 kg/m³ and with respect to durability the addition of fiber improves resistance to chloride penetration, where a depth decrease of 19.80 mm and 10.66 mm was seen with the doses of 4.50 kg/m³ and 5.46 kg/m³.

Keywords: Monofilament polypropylene fiber, physical properties of concrete, mechanical properties of concrete, flexural strength, compressive strength, plastic shrinkage, durability and settlement.

INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales más utilizados por excelencia debido a su fácil uso de manejo, también es de lo más importantes que existen en el ámbito de la construcción de obras de edificaciones o estructuras, debido a esto es que se viene haciendo estudios de inclusión aditivos o agregados con la finalidad de mejorar sus propiedades tanto físicas como mecánicas que tiene el concreto, los cuales nos permiten tener un concreto de alta calidad y disminuir costos de reparaciones por los problemas que se generan a futuro.

Liu et al. (2019), comenta que las fisuras son un problema común disminuyen la resistencia y su durabilidad de la mezcla del concreto, por ello el uso de fibra de polipropileno añadido a la mezcla del concreto se puede apreciar un efecto positivo debido a que la fuerza generada por las uniones que se entrelazan entre sí aumentando la resistencia alcanza valores superiores a las de su muestra patrón.

Abu, et al (2020), sostiene que con el uso excesivo de dosis de fibra de polipropileno se aprecia la caída en los valores obtenidos de los diferentes ensayos, por ello el uso de fibra de polipropileno monofilamento se usa en dosis y rangos óptimos donde se ve el aumento positivo en las resistencias como también comenta que el uso de aditivos externos como el de la ceniza volante mejora también las propiedades físicas y mecánicas del concreto. La motivación de este tema de investigación es aportar mayor información sobre el comportamiento del concreto cuando se añade fibra de polipropileno monofilamento donde se pueda describir sus beneficios que le aportaría al concreto, al comparar la información obtenida de tesis y artículos nacionales e internacionales se analiza y describe las diferentes metodología y técnicas aplicadas al comportamiento del concreto más la adición de fibra de polipropileno monofilamento dando a conocer las comparaciones de los resultados en las investigaciones obteniendo los diferentes rangos de dosis para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Determinar las dosis óptimas de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural, recolectando información de diferentes tesis y artículos nacionales e internacionales, obteniendo como resultado diferentes rangos de dosis óptima para cumplir cada objetivo específico.

El objetivo de la presente investigación se basó en determinar la mejora de la fibra de polipropileno monofilamento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Se planteó 5 objetivos específicos:

- Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la trabajabilidad del concreto.
- Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para reducir las fisuras por contracción plástica del concreto.
- Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la compresión del concreto.
- Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la flexión del concreto.
- Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la durabilidad del concreto.

Presentado los objetivos específicos, la investigación tiene como objetivo principal determinar la fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

La investigación consta de 6 capítulos, donde el Capítulo I, muestra la realidad problemática, formulación del problema general y específicos, los objetivos generales y específicos, la delimitación de la investigación, la justificación del estudio, importancia del estudio, limitaciones del estudio, alcance y viabilidad del estudio. El Capítulo II, se desglosa la estructura teórica que aplicamos en la investigación, tales como marco teórico, recopilación de investigaciones de artículos y tesis científicas tanto internacionales como nacionales. En el Capítulo III, encontramos el sistema de hipótesis, donde se planteó la hipótesis general y específicas para cada objetivo realizado así mismo se añadió el sistema de variables y la operalización de estas. En el Capítulo IV, describimos la metodología utilizada para la investigación tales como método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y descripción de procesamiento de análisis. En el Capítulo V, presentamos los resultados obtenidos de la investigación que se efectuó mediante la recopilación de datos de cada artículo y tesis estudiados por distintos autores. Finalmente, se da la discusión de resultados donde compararemos los diferentes resultados obtenidos por los distintos autores llegando así poder determinar las conclusiones y recomendaciones de los análisis de los resultados.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad de la problemática

“A términos del siglo XIX el ingeniero Deacon expresó que el concreto premezclado sería una gran ventaja para la industria de la construcción, con su concepto de reducción de tiempos en una construcción nace la idea del concreto premezclado” OSORIO (2020), con ello la construcción evolucionó de manera veloz a través de los años mejorando los agregados y componentes que se utilizaba. En el mundo el concreto estructural es la combinación de agregados gruesos, finos y otros elementos; es uno de los materiales más usados en el mundo de la construcción por ende las exigencias de este producto incrementan con el paso del tiempo.

Harmsen (2005), indica que las ventajas que te otorgan el concreto armado frente a otros materiales es que tiene gran resistencia a la compresión en comparación a otros materiales, se le puede dar la forma que uno desee haciendo uso del encofrado adecuado, es durable a lo largo del tiempo y no requiere una gran inversión para su mantenimiento, tiene una vida útil extensa, en la mayoría de los lugares es el material más económico (p. 2-3).

Debido a que siempre es utilizado para distintos tipos de obra, es importante que la mezcla del concreto esté bien diseñada y estructurada ya que sino las propiedades mecánicas (compresión, tracción, flexión) no serían las óptima, se tiene que tener en cuenta también las propiedades físicas del concreto (trabajabilidad, cohesividad entre otras) ya que el tipo de fallas que estas generan se observan a futuro y también afectan indirectamente a las propiedades mecánicas.

Al trabajar con un material tan convencional como es el concreto estructural, uno de los problemas que siempre se genera y es inevitable para distintos tipos de construcción es la aparición de fisuras debido a la contracción, por otro lado, la segregación, la exudación son reacciones físicas que se dan cuando el concreto está pasando de la etapa de fresco a endurecimiento.

Sika, (2012), “El polipropileno se obtuvo en 1954, la comercialización de este elemento comenzó en 1957 y se centró en el ámbito doméstico, en Europa y Norteamérica”.

1.2 Formulación del problema

- ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la trabajabilidad del concreto?

¿En qué medida la fibra de polipropileno monofilamento influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la trabajabilidad del concreto?
- b) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para reducir las fisuras por contracción plástica?
- c) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la compresión del concreto?
- d) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la flexión?
- e) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la durabilidad del concreto?

1.3.2 Objetivo general

Determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, según las normas utilizadas en las bibliografías consultadas.

1.3.3 Objetivos específicos

- a) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la trabajabilidad del concreto.
- b) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para reducir las fisuras por contracción plástica del concreto.
- c) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la compresión del concreto.
- d) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la flexión del concreto.
- e) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la durabilidad del concreto.

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Geografía

Se desarrolló en el departamento de Lima – Perú.

1.4.2 Temporal

Se desarrolló durante los meses de mayo hasta noviembre del 2021.

1.4.3 Temática

- Campo:
Concreto Armado
- Área académica:
Ingeniera civil
- Línea de investigación:
Tecnología de concreto
- Sub línea de investigación:
Construcción

1.4.4 Muestra

Definiendo la unidad de análisis, se procedió a delimitar y comparar la información observada y analizada en distintos proyectos de investigación con respecto al tema estudiado, así mismo se comparó con la norma técnica peruana.

1.5 Justificación del Estudio

1.5.1 Conveniencia

Esta investigación es conveniente para el sector construcción ya que los estudios realizados a la fibra de polipropileno monofilamento añadido al concreto presentan mejoras en sus propiedades físicas y mecánicas.

1.5.2 Relevancia Social

La investigación sobresale para la sociedad ya que al mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto añadiendo fibra de polipropileno monofilamento en comparación al concreto convencional se logra obtener construcciones más resistentes y durables, protegiendo los intereses de los constructores, clientes y usuarios.

1.5.3 Aplicaciones prácticas

Esta investigación implica los cambios en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido mediante el uso de fibra de polipropileno monofilamento, los ingenieros civiles en el área de construcción lograran entender y determinar con mayor claridad la ejecución correcta de este material.

1.5.4 Utilidad metodológica

La presente tesis de investigación partió desde un reconocimiento de información y recolección de datos tanto de tesis como artículos nacionales e internacionales, realizando tablas comparativas y gráficos con el fin de analizar los resultados obtenidos de las mencionadas bibliografías, por ende, se logró responder a nuestros objetivos principales.

1.5.5 Valor teórico

Se adquirió la información mediante bibliotecas virtuales, técnicas de recolección de información, Norma E0.60, ASTM, NTP y fichas técnicas.

1.6 Importancia del estudio

1.6.1 Nuevos conocimientos

Se han estudiado nuevos conceptos respecto a cómo disminuir la aparición de fisuras y grietas utilizando la fibra de polipropileno monofilamento.

1.6.2 Aporte

Obtener las dosis óptimas de fibra de polipropileno monofilamento concreto para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

1.7 Limitaciones del estudio

1.7.1 Falta de estudios previos de investigación

La fibra de polipropileno monofilamento al ser un material poco estudiado de manera científica en nuestro país conlleva a que la información obtenida no sea tan exacta para el uso de este material, sin embargo, este cuenta con estudios internacionales mediante artículos científicos de fuentes fidedignas.

1.7.2 Metodológicos o prácticos

Debido a las diferentes normas y bibliografías consultadas se cuenta con información nacional e internacional tomando tabla de datos, gráficos,

marcos teóricos permitiendo estandarizar para la interpretación de resultados.

1.7.3 Medidas para la recolección de los datos

Las investigaciones revisadas toman en cuenta diferentes dosis de fibra de polipropileno para llegar a analizar sus propiedades en estado fresco y endurecido, al hacer las comparaciones se contó con la información necesaria para obtener los rangos de dosis óptimos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

1.7.4 Obstáculos de la investigación

Debido a la pandemia (Covid19) que se presentó en el año 2020 hasta fines del 2021, el estado propuso restricciones en el país lo cual no nos permitió utilizar todas las herramientas necesarias de investigación como el laboratorio de tecnología de concreto.

1.8 Alcance

En esta investigación se realizó un análisis comparativo de los diferentes rangos de dosis obtenidos de las bibliografías estudiando las propiedades físicas y mecánicas del concreto al añadir la fibra de polipropileno monofilamento.

1.9 Viabilidad del estudio

Esta investigación es viable ya que se pudo desarrollar con información viable de artículos científicos. Por otro lado, las condiciones económicas si se pudo financiar el trabajo de investigación además las fuentes de información que se utilizará son tesis anteriores, libros, documentos técnicos, fichas técnicas entre otros por último la recolección de datos será directamente de la biblioteca URP donde tiene acceso a distintos repositorios de universidades nacionales e internacionales así mismo artículos, libro, etc.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

El uso de fibra de polipropileno ha venido utilizándose desde tiempos anteriores y conforme ha ido avanzando el tiempo se ha tratado de mejorar su utilización como material.

Benavides y Gonzales (2012), dicen que las fibras se han utilizado para fortalecer los materiales sólidos, la paja se usó para reforzar ladrillos de adobe, y la crin de caballo se ha utilizado para reforzar morteros de mampostería, incluso una casa edificada en el viejo oeste en los Estados Unidos alrededor de 1540, está construida con elementos de adobe reforzados con paja. En aquellos tiempos, el uso comercial a gran escala de fibras se inició con la invención del Proceso de Hatschek en 1898, y los productos de construcción en asbesto y cemento son ampliamente usados alrededor del mundo hoy en día; sin embargo, hoy en día hay nuevas alternativas de fibras que fueron introducidas alrededor de las décadas de 1960 y 1970 (pp. 2).

Benavides y Gonzales (2012), afirman que, en los tiempos modernos, una variedad de materiales de ingeniería (incluida la cerámica, los plásticos, el cemento) combinan fibras para mejorar sus propiedades sintéticas. Las ventajas de la propiedad incluyen resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, resistencia al agrietamiento, control de agrietamiento, durabilidad, resistencia a la fatiga, resistencia al impacto y abrasión, contracción, expansión, propiedades térmicas y resistencia al fuego (pp. 2).

Quiminet (2012), dicen que la fibra de polipropileno es un aditivo de reforzamiento que se le añade al concreto, mejorando así, la calidad de construcciones ya que de modo permeable ayuda a que el agua no dañe al concreto y sufra fisuras por la humedad ya que reduce que se agriete y fracturen las grandes construcciones. Esta fibra de polipropileno está compuesta de material 100% virgen y cuenta con una forma de monofilamentos que reducen las grietas en el concreto, pues ésta actúa como un refuerzo tridimensional en el concreto para disipar los esfuerzos dentro de su masa, reduciendo los agrietamientos por contracción plástica en estado fresco, y los agrietamientos por temperatura en estado endurecido y también reduce la segregación de los materiales y la filtración de agua (pp. 1).

Quiminet (2012), afirman que las fibras de polipropileno están elaboradas con un agente antimicrobiano que forma parte integral de su composición, la cual altera la función metabólica de los microorganismos impidiendo su crecimiento y reproducción. Las ventajas de las fibras de polipropileno son: Eliminan totalmente las fisuras, protege la cabilla, permite un fraguado más homogéneo, muy económico, aumenta las resistencias físicas del concreto (pp. 1)

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigaciones internacionales

Hernández y León (2017), concluye que las fibras disminuye la manejabilidad del concreto lo cual conlleva al aumento en el revenimiento y por consiguiente pierde la calidad de uniformidad y no sea adecuado a la hora de realizar el fundido de concreto en obra así también se observó que las fibras en esta proporción ayudan a evitar el desprendimiento del concreto y de esta manera en algún evento telúrico el concreto pueda sufrir una falla súbita y evitar que en las construcciones el desprendimiento del concreto no sea una causa de pérdida de vidas por otro lado las fibras evitan que el concreto presente contracción plástica, pero en este porcentaje de material sintético no proporciona esta propiedad debido a que se produce una masa de fibras en puntos específicos por la cantidad de estas, en los ensayos realizados se produjeron zonas donde el concreto no será tomado por la acción de las fibras y es allí donde se presentarán fisuras y desprendimientos (pp. 56).

Manzano (2014), explica que mediante la comparación de mezclas con inclusión de fibras de polipropileno y de nylon se demostró que ambas están en capacidad de mitigar los efectos nocivos de la contracción plástica, sin embargo, presentan mejores resultados las fibras de polipropileno para cuantías altas y medias. En el caso de cuantías bajas se encontraron comportamientos similares en términos de áreas de afectación y anchos de fisuras también a inclusión de fibras de polipropileno retrasa la aparición de fisuras relacionadas con el fenómeno de la contracción plástica, permitiendo de esta manera tomar las medidas correctivas necesarias para evitar su aparición por otro lado en cuanto a la resistencia a la flexión residual, es

observa que las fibras de polipropileno permiten que el material siga resistiendo carga luego de su fisuración (pp. 60).

López (2015), determina que la trabajabilidad del concreto se reduce de forma proporcional al consumo de fibra, tanto de acero como de polipropileno, sin embargo, la trabajabilidad es menor cuando se adicionan fibras cortas de acero así mismo la inclusión de macro fibras de polipropileno en las mezclas de concreto ayuda de manera sustancial a disminuir la aparición de grietas por contracción plástica; conforme se aumenta el consumo de fibra se logra disminuir en número, espesor y longitud las grietas. Para porcentajes volumétricos iguales de ambas fibras resulta evidente que la macro fibras de polipropileno tiene un mejor desempeño que la fibra de acero para el control de grietas (pp. 114).

Yasna (2017), concluye que para dosis de fibra de polipropileno de 6 kg/m^3 y 4 kg/m^3 en hormigones de buena calidad, pueden tenerse desempeños estructurales, aunque sólo bajo algunos de los criterios utilizados normalmente, como los descritos en este estudio, por lo que existe la probabilidad de que no tengan el refuerzo suficiente como para considerarlos dentro del rango de mezclas con funciones estructurales. La incorporación de fibras como refuerzo no sólo ayudan estructuralmente al elemento, sino que entrega otras garantías que no son contempladas en el diseño, como apoyo en la resistencia térmica de los elementos e incluso ayudan a inhibir la propagación de fisuras por retracción del hormigón. Frente a este escenario es que últimamente se vuelve totalmente factible su incorporación en elementos estructurales (pp. 92).

López (2014), concluye que la adición de fibras sintéticas aumenta la resistencia a compresión, tensión indirecta y flexión, de esta manera se comprobó que las mezclas modificadas con fibras sintéticas son una opción para aumentar la resistencia del concreto usado en elementos estructurales paralelamente las fibras sintéticas aportan un control sobre la fisuración y el agrietamiento del concreto, esto es debido a que las fibras se encuentran distribuidas uniformemente en todas las direcciones, generando así un

refuerzo secundario tridimensional, muy efectivo para el control de las grietas (pp. 128).

2.2.2 Investigaciones nacionales

Ramos (2019), concluye que la adición de fibra de polipropileno ocasionó en el concreto un incremento en la resistencia a compresión, flexión y tracción indirecta en las dosificaciones de 400 gr/m³, 600 gr/m³ y 800 gr/m³ de concreto en hasta 12.27% también La resistencia a la compresión, flexión, y tracción por compresión diagonal del concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibra de polipropileno en dosificaciones de 400 gr/m³, 600 gr/m³ y 800 gr/m³ es 299.141 kg/cm², 47.745 kg/cm², 31.563 kg/cm²; 308.056 kg/cm², 48.398 kg/cm², 31.338 kg/cm² y 311.759 kg/cm², 49.415 kg/cm², 27.897 kg/cm²; respectivamente y son mayores hasta en 15% respecto al resultado del concreto patrón (pp. 111).

Intor (2015), explica que el incremento obtenido de la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto comparados con la mezcla patrón de las dosificaciones de 0.25%, 0.60% y 1.00% de fibra de polipropileno por peso de cemento a edad de 7 días es de 0.97%, 2.88% y 3.80%, a edad de 14 días es de 1.59%, 3.25% y 3.92%, a edad de 28 días es de 1.59%, 4.19% y 6.02%, respectivamente también determinó que la adición de fibra de polipropileno por peso de cemento que mejora los resultados a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a edades de 7, 14 y 28 días es la proporción de 1.00%, con respecto a las variaciones del 0.25% y 0.60 % (pp. 105).

Mendizábal (2019), determina que la resistencia a la compresión, con las diferentes proporciones de fibra de polipropileno en 0 gr/m³, 300 gr/m³ y 600 gr/m³; se determina que las probetas con fibra tienen mayor resistencia con respecto al patrón en un 2.66 % con una proporción de 300 gr/m³ y un 4.54 % con una proporción de 600 gr/m³. Por lo tanto, se contrasta su hipótesis donde se manifestó que la incorporación de la fibra de Polipropileno si varía la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (pp. 75).

Isidro (2017), concluye que la incorporación de fibra de polipropileno (19 mm) en el diseño de mezcla del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la ciudad de Puno, mejora parcialmente las propiedades del mismo, específicamente su resistencia a la flexión (Módulo de ruptura). Se ha determinado que la adición de dichas fibras en todos los contenidos previstos, incrementan la resistencia a la flexión del concreto. Con respecto a las otras propiedades estudiadas, tales como la resistencia a la compresión y trabajabilidad; se ha determinado que la adición de fibras de polipropileno presenta una tendencia a la reducción de los mismos, según el porcentaje de adición de las fibras por otro lado en la trabajabilidad reduce considerablemente su asentamiento por ende no mejora en su trabajabilidad (pp. 182-183).

Becerra y Delgado (2019), determina que los resultados del concreto reforzado con 600 gr/m³ de fibras para su resistencia a la flexión mostraron un aumento del 15.1% a comparación con la mezcla patrón, siendo estos: 97.4% a 7 días, 104.4% a 14 días y 115.8% a 28 días. El comportamiento de la mezcla en su estado fresco cuando se incorporan las fibras mostró un ligero descenso en la trabajabilidad de este, ya que el asentamiento obtenido fue de 3.5" a diferencia del concreto patrón lo que representa un 12% de la disminución en la trabajabilidad, sus propiedades en estado endurecido mostraron resultados favorables, logrando obtener a los 28 días con 500 gr/m³ un $f'c$ = 245.65 kg/cm² que representa un incremento porcentual de 13.66% y de igual forma con 600 gr/m³ se logró una resistencia a tracción 30.85 kg/cm² con un incremento de 21.79% (pp. 39).

Giorgio (2020), concluye que al realizar los ensayos de flexión en vigas de concreto con adición de fibra y sin adición, podemos verificar que la viga de 0.20% tuvo un mejor comportamiento a flexión. Dando como resultado a los 28 días un incremento de 9.98%, generando una resistencia de 40.33 kg/cm² con respecto al diseño patrón (36.67 kg/cm²). Con respecto a las fisuras, no se logró verificar el tamaño de la fisura ya que logro un fallo de mayor magnitud. A diferencia de la viga de 0.20% con armadura, su resistencia a la flexión a los 28 días aumentó en 6.67%, generando un valor de 80 kg/cm² con respecto al diseño patrón (75 kg/cm²) (pp. 50).

Ivala (2018), esta investigación pretende demostrar la influencia que genera el añadir distintas dosis de una sola fibra de polipropileno en los concretos $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, demostrando la reducción del número de fisuras en sus espesores y longitudes por medio de colocados de concreto instantáneos con distintas dosis (CSF, CRF-0.4(20), CRF-0.7(20) y CRF-1.2(20), los cuales serán analizados en su estado plástico generando registros de control de fisuras para cada dosificación, por lo que analizados en conjunto nos muestra que; si se reduce la presencia de fisuras en los concretos $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ y adicionados logrando obtener para el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ la dosis óptima de 1200 gr de fibra de polipropileno que reduce el espesor en un 50.12% y su longitud en un 7.92%, para el concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ no se encuentra una dosis adecuada que disminuya tanto el espesor como la longitud respectivamente. La influencia de las fibras de polipropileno en la resistencia es mínima disminuyendo su resistencia de 4.07% a 15.24% los concretos adicionados con respecto al CSF 210, los concretos adicionados aumentan de 8.67% a 18.12% con respecto al CSF 245 (pp. 12).

Carbajal y Gloria (2020), en el presente trabajo de investigación se evalúa y compara el comportamiento del concreto con resistencia $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ frente a la fisuración por retracción plástica al incorporar fibras de polipropileno y aditivo incorporador de aire inicialmente utilizando la cámara de condiciones controladas a temperatura, velocidad de viento y porcentaje de humedad controlado y adecuado a un promedio de valores de tres diferentes estaciones meteorológicas de la ciudad de Arequipa se compararon los resultados obtenidos de aditivos frente al fisuramiento por contracción plástica y se determina la dosificación adecuada de microfibras de polipropileno y de incorporador de aire que se debe adicionar en $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ que minimice el efecto de la contracción plástica. Se realiza un análisis de costo por metro cúbico de concreto con la dosificación adecuada de cada aditivo y su impacto frente al costo de un concreto sin aditivo (pp. 22).

2.2.3 Artículos relacionados con el tema

Kheyronddin, Arshadi, Ahadi, Taban, y Kioumars (2021), afirman que en esta investigación, se construyeron 52 muestras de hormigón (la mitad de las cuales envueltas con polímeros reforzados con fibra de vidrio-GFRP con diferentes resistencias compresivas (20 MPa, 30 MPa y 40 MPa) y fibras de polipropileno. Estas muestras fueron sometidas a caída de peso (46,7 kg y 66,8 kg). Se registró el número de excrementos de peso relacionados con la pérdida de peso del 30%. Los resultados indicaron que la resistencia al impacto de las muestras de hormigón, correspondiente al número de peso, aumentó utilizando hormigón de mayor resistencia, mayores proporciones de polipropileno, o envoltorio GFRP, por separado y en aplicación entre sí. Sin embargo, los efectos del envoltorio GFRP en la mejora de la resistencia al impacto son mucho más altos que los de las fibras de polipropileno o la resistencia al hormigón (pp. 5434).

Zhu y Yanmin (2021), concluyen que durante el experimento se utilizaron diferentes relaciones agua/aglutinante (0.30 y 0.35), contenidos de GF y PPF (0,45, 0,90 y 1,35% por fracciones de volumen) y tiempos de curado (7 y 28 d) para preparar los especímenes de hormigón. Se obtuvieron las resistencias a la tracción compresiva, de cuatro puntos y de división de tracción y las curvas completas de absorción de agua del hormigón reforzado con el hormigón reforzado con fibra de polipropileno (PPFRC). Se realizó una observación electrónica de microscopio de barrido para analizar el mecanismo de la relación agua/aglutinante y los efectos de la fibra. Los resultados mostraron que la relación agua/aglutinante puede afectar el contenido óptimo de fibra. Al discutir el efecto de las fibras en la mejora de las propiedades mecánicas o micro estructurales de hormigón (pp. 1).

Armas (2016), concluye que una dosis de fibra de polipropileno de 400 gr/m³ de concreto logra reducir el potencial de fisuración en condiciones reales hasta en un 90%, demostrándose que esta dosis causa los siguientes efectos respecto a sus propiedades plásticas, reduce el asentamiento hasta en un 50%, el contenido de aire lo disminuyó hasta en un 25%, no altera la temperatura y el peso unitario del concreto fresco. Mientras que respecto a

sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión las incrementa aproximadamente en un 3% y 14% a la edad de 28 días, respectivamente. Respecto a los resultados obtenidos del asentamiento, se tiene que este disminuye al incorporar fibra de polipropileno en el concreto y continúa disminuyendo cuando se incrementa la dosis de fibra, para dosis de 400 gr/m³ el asentamiento se redujo en más del 50% para los tres diseños, 175, 210 y 280 kg/cm² (pp. 79).

Abu, et al (2021), en este estudio, el cemento fue reemplazado parcialmente por 15% y 30% de contenido de cenizas volantes en peso; mientras que; Se incorporó fibra de polipropileno en mezclas de concreto al 0.06%, 0,12% y 0,18% en volumen. Se realizaron pruebas de asentamiento, densidad, penetración de bolas y factor de compactación para examinar las propiedades del concreto fresco. Además, se evaluaron las características mecánicas, incluida la resistencia uniaxial a la compresión y a la tracción por rotura del hormigón a los 7, 28 y 90 días. A los 90 días se realizaron más pruebas de durabilidad del hormigón, incluida la prueba rápida de permeabilidad al cloruro, la sorptividad y la penetración del agua. Los resultados mostraron que la incorporación de cenizas volantes desarrolló las propiedades del concreto fresco, mientras que la fibra de polipropileno disminuyó las características del concreto fresco (pp. 1).

Abdullah y Afzal (2019), en este artículo, se investigó el reemplazo de polvo de piedra pómez volcánica (VPP) para utilizar como material cementoso suplementario. Se preparó hormigón de alta resistencia (HSC) usando dos juegos de VPP (10% y 20%) incorporados con tres juegos de fibra de polipropileno (PF) (0,20%, 0,35% y 0,50%) para producir diferentes mezclas del concreto. Varias pruebas, incluyendo caída, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta, resistencia a la flexión, absorción de agua, la absorción superficial inicial y la sorptividad se llevaron a cabo para evaluar el rendimiento de HSC. Los resultados mostraron las muestras preparadas con un 10% de reemplazo de cemento con VPP y un 0,20% El contenido de PF indicó un ligero aumento en la resistencia a la compresión en comparación con el control hormigón en edades posteriores. Las resistencias indirectas a la tracción y a la flexión se

optimizaron al 10% de VPP reemplazo con 0,50% de contenido de PF. Las diferentes pruebas estándar sobre mezclas descritas muestran favorables resultados y buenas perspectivas para la inclusión de VPP en estructuras de HSC (pp. 1).

Altalabani y Bzeni (2020), esta investigación examina las características mecánicas del hormigón ligero autocompactante (SCLC) producido con polvo de piedra caliza y reforzado con fibra de polipropileno. La resistencia a la compresión, la resistencia al impacto, el módulo elástico, la resistencia a la tracción a la rotura y la resistencia a la flexión se miden a las edades de 28 días, y el índice de tenacidad de las muestras se determina a partir de las relaciones carga-deflexión. Los resultados de la prueba revelan que la adición de fibra no afecta la resistencia a la compresión, pero mejora ligeramente el módulo elástico y la resistencia a la tracción por rotura (pp. 1).

Mezher y Hiswa, (2020), el hormigón se considera un material de baja resistencia a la tracción y un material débil contra el agrietamiento. Las propiedades débiles del hormigón se han mejorado utilizando fibras para reforzarlo. En esta investigación, se han estudiado los efectos de las fibras de polipropileno en varias propiedades del hormigón simple. Se encontró que las fibras de polipropileno han mejorado la ductilidad del hormigón y el control de grietas del hormigón. La resistencia a la compresión del concreto simple se ha incrementado al agregar fibras de polipropileno y también las resistencias a la flexión y al fraccionamiento. Los mejores resultados se obtuvieron con una proporción de fibras del 1%. Cuando la proporción de fibras de polipropileno ha cambiado, se han obtenido diferentes efectos sobre las propiedades del hormigón. (pp. 1).

Liu J. et al (2019), el objetivo del estudio es validar el efecto de la fibra de vidrio y la fibra de polipropileno en la mejora de las propiedades mecánicas y de durabilidad del hormigón. En este sentido, se agregaron al hormigón, respectivamente, fibra de vidrio, fibra de polipropileno y fibra híbrida. Este documento realizó las pruebas de flexión por compresión y flexión para confirmar que la fibra mejora las propiedades mecánicas del hormigón. Para evaluar la durabilidad del hormigón reforzado con fibras, se llevaron a cabo

la prueba de migración rápida de cloruro y la prueba de penetración rápida de cloruro. Las comparaciones de los resultados experimentales muestran que el hormigón híbrido reforzado con fibra tiene el efecto más significativo en las mejoras de las propiedades del hormigón. Además, en comparación con el hormigón reforzado con fibra de vidrio (pp. 1).

Eidan, et al (2019), este artículo presenta resultados de estudios experimentales sobre propiedades mecánicas residuales de probetas de hormigón reforzado con fibra expuestas a temperaturas elevadas. Se probaron siete series de mezclas de concreto, incluidas seis series de concreto reforzado con fibras de polipropileno y una serie de muestras de concreto simple, después de la exposición a varias temperaturas de calentamiento y se enfriaron. Las propiedades mecánicas residuales, incluidas las resistencias a la compresión y a la tracción, el módulo de elasticidad y los modos de agrietamiento, así como la velocidad del pulso ultrasónico de los hormigones reforzados con fibra y simples, se evalúan después del ciclo de calentamiento-enfriamiento. Se estudia el efecto del nivel de temperatura, la longitud y la cantidad de fibras de polipropileno contenido en las propiedades mecánicas residuales. Los resultados de los experimentos muestran que el concreto reforzado con fibra de polipropileno exhibe un mejor desempeño en comparación con el concreto simple (pp. 1).

Rashid (2020), el principal objetivo de esta investigación es investigar el efecto de la meteorización natural en vigas de hormigón pretensado. Estas vigas se componen de una mezcla de control, dos vigas con hormigón armado con fibra de acero (SFRC), dos con hormigón armado con fibra de polipropileno (PPFRC) y una con ambas fibras. Los especímenes se sometieron a una exposición natural a la atmósfera abierta durante 36 meses. Las propiedades de durabilidad estudiadas incluyen peso unitario, resistencia a la compresión, absorción de agua, porosidad, coeficiente de sorptividad, prueba de penetración de cloruros, análisis de microscopio electrónico de barrido y análisis de rayos X de dispersión de energía. Se concluyó que, por exposición a la intemperie natural, las fibras de polipropileno mejoran la durabilidad y anulan el efecto de las fibras de acero en el caso de híbridos (pp. 1).

Wang y Guo (2020), el hormigón reforzado con fibra de polipropileno impacta la contracción temprana durante la etapa plástica del hormigón, y el contenido de volumen de fibra influye en las propiedades del hormigón relacionadas con la durabilidad. El propósito de este artículo fue investigar la influencia del contenido de volumen de fibra en las propiedades mecánicas, durabilidad y penetración de iones de cloruro del concreto reforzado con fibra de polipropileno en un ambiente de cloruro. Los resultados de la prueba muestran que la adición de la fibra mejora la forma de falla de las probetas de concreto. El contenido de fibra del 1.00 % maximiza la compacidad del hormigón. La resistencia a la flexión de la muestra C2 con 0.1% de fibra muestra la resistencia más alta obtenida aquí después del ciclo de congelación-descongelación, y la absorción de agua de la muestra C2 es también la más baja después del ciclo seco-húmedo. Los resultados también indican que el aumento del contenido de volumen de fibra mejora la resistencia al congelamiento-descongelamiento del concreto en un ambiente de cloruro (pp. 1).

Deb, et al (2018), en este estudio se está probando la influencia de la adición de fibras de polipropileno fibriladas y monofilamento a una mezcla de composición cementoso sobre la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión y las características de ductilidad de la muestra. El estudio demuestra que la adición de variedad fibrilada mejora la resistencia de las muestras tanto en tensión como en flexión en comparación con la variedad monofilamento, mientras que la adición de variedad monofilamento mejora las características de ductilidad a tracción y flexión de la muestra (pp. 1).

Islam et al. (2016), el concreto plástico es susceptible de desarrollar grietas debido a la contracción en condiciones secas y ventosas. La adición de fibras podría reducir la propagación de esta grieta. Por otro lado, la permeabilidad determina las propiedades de durabilidad del hormigón. Este estudio evaluó la resistencia, la contracción plástica y la permeabilidad (gas y agua) del concreto que incorpora fibra de 'polipropileno' (relación de aspecto 300) en varias proporciones (a saber, 0.10%, 0.15%, 0.2%, 0.25% y 0.3%) por volumen de hormigón. El resultado experimental con la inclusión de 0.1 a 0.3% de fibra en el concreto indicó que las grietas por contracción plástica

se redujeron en un 50–99% en comparación con el concreto simple. Para concreto de referencia (sin fibra), la prueba dentro de la cámara de alta temperatura y humedad controlada dio un ancho de fisura mayor que el límite aceptable (3 mm). Con la inclusión de 0.1% de fibra se redujo el ancho de fisura a 1 mm y la tendencia continuó con la adición de más fibras. Sin embargo, los resultados mostraron que con la adición de fibra de polipropileno se incrementó el coeficiente de permeabilidad al agua (pp. 1). Hasan y Maroof (2019), en este artículo, se investiga el concreto con diferente cantidad de fibra de polipropileno para conocer el efecto de las fibras en sus propiedades físicas y mecánicas. Se prepararon nueve mezclas de concreto con diferente fracción volumétrica de fibra (FVF) en un rango de 0.06% a 2.16%. Se ha descubierto que el contenido de fibra de la mezcla de hormigón aumentará las resistencias a la compresión, rotura y flexión del hormigón a la edad de 28 días. Las resistencias aumentaron y alcanzaron su valor máximo en un (FVF) correspondiente de aproximadamente 0,36%. En comparación con la mezcla de referencia, el aumento de la resistencia máxima a la compresión fue de aproximadamente el 18%, mientras que el aumento de la resistencia máxima a la tracción por rotura fue de aproximadamente el 16% y el aumento de la resistencia a la flexión fue de aproximadamente el 14%. Cuando el contenido de fibra aumentó más allá de la fracción de volumen de 0.36% mencionada: Las resistencias del concreto comenzaron a disminuir debido a la interface de fibra de alto volumen con la cohesión de la matriz de concreto, lo que provocó dificultades en la compactación del concreto con la reducción de su trabajabilidad. Con fibra (FVF) de 0,96%, el valor de asentamiento del hormigón se volvió cero (pp. 1).

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Fibra de polipropileno monofilamento

- Características de la fibra de polipropileno monofilamento

Intor (2015), expone que la fibra de polipropileno es un material compuesto por fibras continuas o fibras metálicas ensambladas en una matriz plástica. Estas fibras están fabricadas con materiales 100% vírgenes y se presentan en forma de fibras monofilamento que actúan

como refuerzo tridimensional para el hormigón, reduciendo el agrietamiento en el hormigón. El hormigón distribuye la tensión en toda la masa, lo que reduce el agrietamiento por contracción de las resinas en estado fresco y el agrietamiento por temperatura en el estado endurecido, al tiempo que reduce la segregación del material y la penetración de humedad. La fibra de polipropileno está compuesta por un agente antibacteriano que es parte integral de su composición. Altera la función metabólica de los microorganismos y previene el crecimiento y la multiplicación de microorganismos (pp. 30-31).

Intor (2015), afirma que el beneficio de utilizar fibras de polipropileno en el hormigón es principalmente reducir el agrietamiento en los elementos estructurales. No solo es muy económico y fácil de transportar, sino que se puede aplicar a cualquier mezcla de hormigón para mejorar la calidad y durabilidad del hormigón. La aplicación de fibra de polipropileno se puede utilizar en muchos proyectos y elementos estructurales como pavimentos, muelles y plataformas de puentes (pp. 32-33).

- Influencia de la fibra de polipropileno en el concreto

Intor (2015), la eficiencia del reforzamiento fibroso depende no solamente de las propiedades mecánicas de la fibra, sino también de la adherencia que existe entre la fibra y la matriz. Se conoce que la fibra de polipropileno no tratada tiene pobres características de adherencia. Para mejorar esta propiedad física, se han probado ciertos tratamientos de 44 fibras de polipropileno, cómo recubrir su superficie para hacerla impermeable, producir ensanchamientos en los extremos de las fibras o torcer y formar mallas con las mismas. Especialmente estas dos últimas técnicas mejoran ostensiblemente la adherencia de 6 kg/cm² para la fibra de polipropileno no tratada, a 35 kg/cm² para la fibra tratada. Las fibras de polipropileno son producidas por estiramiento de polímeros sintéticos, ya sea en monofilamentos de sección circular o en finas láminas planas, las cuales pueden ser cortadas en longitudes deseadas. Las láminas son cortadas longitudinalmente en forma de fajas muy finas, las que son unidas para formar mallas o redes, manteniendo la misma forma de la sección a lo largo de su longitud. El uso de las mallas de polipropileno

en mezclas de hormigón o mortero, es diferente con respecto a las fibras de vidrio y acero, debido a su tamaño, forma y propiedades físico–mecánicas. Las láminas son cortadas longitudinalmente en forma de fajas muy finas, las que son unidas para formar mallas o redes, manteniendo la misma forma de la sección a lo largo de su longitud. El uso de las mallas de polipropileno en mezclas de hormigón o mortero, es diferente con respecto a las fibras de vidrio y acero, debido a su tamaño, forma y propiedades físico – mecánicas (pp. 33-34).

- Tipos de fibra de polipropileno

Ivala (2018), Se encuentran dos tipos de fibra (a) la fibra monofilamento se produce en un proceso de extrusión en el que el material se extrae en caliente a través de un disco de sección transversal circular, generando una serie de filamento continuos (Comite ACI 544.1R-96, 2002 pág 42) (b) la fibra multifilamento o fibrilada “se producen de un proceso de extrusión en la que el material se extrae en caliente a través de un disco de sección transversal rectangular. Generando una película de polipropileno que se cortan longitudinalmente en cintas igual a ancho, la cinta se fibrila mecánicamente o se fibrila con una rueda de púas estampada generando las redes de fibrillas principales y transversales” (Comite ACI 544.1R, 2002 pag42) (pp. 24).



Figura 1. Fibra monofilamento
Fuente: Ivala (2018)



Figura 2. Fibra multifilamento
Fuente: Ivala (2018)

2.3.2 Propiedades del concreto

- Propiedades físicas del concreto

a. Trabajabilidad

Abanto (2018), es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y excusación durante estas operaciones y la consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada (pp. 48).

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera o chuseado
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Figura 3 Tabla de control de trabajabilidad
Fuente: Abanto (2018).

- Propiedades mecánicas del concreto

a. Resistencia a la compresión

Abanto (2018), afirma que la resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado, las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión; se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la

realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia a la compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura) (pp. 50-51).

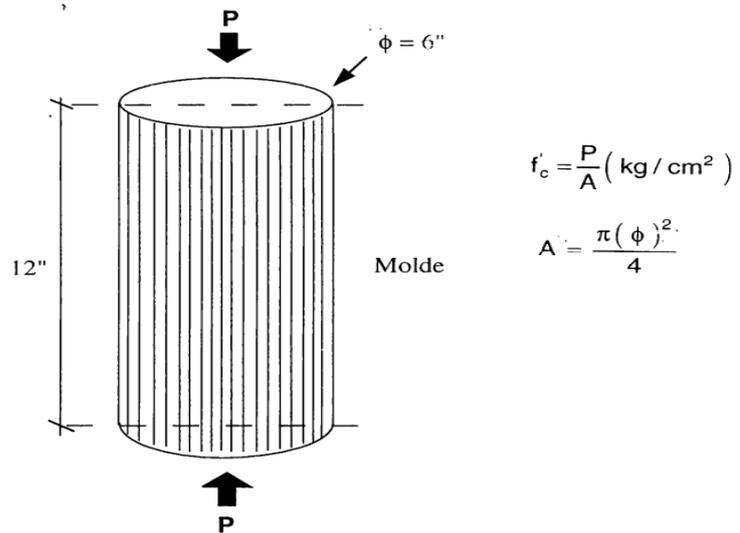


Figura 4. Resistencia a la compresión

Fuente: Abanto (2018),

b. Resistencia a la flexión

NTP 339.078 (2012), afirma que consiste en la aplicación de carga en la tercera parte de luz de una viga fabricada con concreto hasta el momento que ocurre la falla, se calcula el módulo de rotura. Varía la determinación de la resistencia si existen diferencias en tamaño, preparación, condiciones de humedad o si la viga ha sido cortada al tamaño requerido (pp. 3).

c. Durabilidad

Abanto (2018), define que el concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la aplicación de un revestimiento protector a la superficie. Los agentes químicos, como ácidos inorgánicos, ácidos acético y carbónico y los sulfatos de

calcio, sodio, magnesio, potasio, aluminio y hierro desintegran o dañan el concreto. Cuando puede ocurrir contacto entre estos agentes y el concreto, se debe proteger el concreto con un revestimiento resistente; para lograr resistencia a los sulfatos, se debe usar cemento Portland tipo V. La resistencia al desgaste, por lo general, se logra con un concreto denso, de alta resistencia, hecho con agregados duros (pp.57-58).

2.4 Definición de términos básicos

Concreto en estado fresco: “Se llama concreto en estado fresco cuando la pasta preparada todavía está blanda, en donde permanece en estado plástico. La etapa en la que se mezclan todos los materiales para formar el concreto” (Ayuque, 2019, p.27).

Concreto en estado endurecido: “Lo denotamos después que el concreto ha fraguado y empieza a ganar resistencia y se endurece, resistencia y durabilidad son unas características del concreto en estado endurecido” (Avila y Jimenez, 2020, p.32).

Resistencia a la compresión: “La resistencia a la compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura” (Abanto, 2018, pp.50-51).

Durabilidad del concreto: “Capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento Portland de resistir a la acción de la intemperie y otras condiciones de servicio, tales como ataque químico, congelación – deshielo y abrasión” (NTP 336.047, 2006, p.9).

Trabajabilidad: “Propiedad del concreto que determina su capacidad de ser colocado, compactado y acabado sin la presencia perjudicial de segregación” (Abanto, 2018, p.47).

Fibra de polipropileno: “Termoplástico semicristalino, que se produce polimerizando en presencia de un catalizador estero específico” (Isidro, 2017, p.34).

Contracción plástica: “Cambios que ocurren mientras el concreto aún está en estado fresco, antes de endurecerse. Normalmente se presenta en forma de fisuras por contracción plástica, que ocurren antes o durante el acabado” (NTP 336.047, 2006, p.9).

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

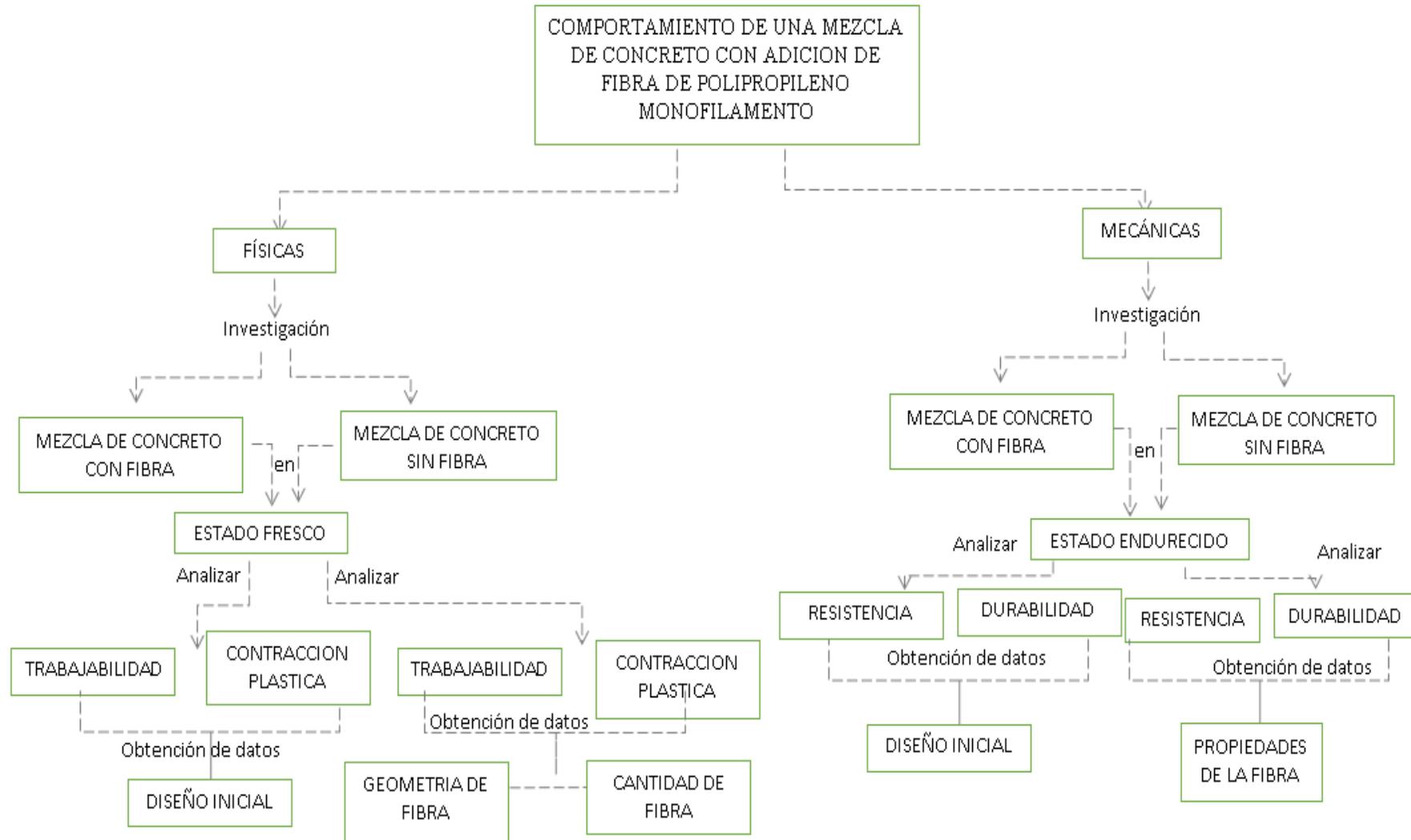


Figura 5. Mapa conceptual de investigación.
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

Al determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

3.1.2 Hipótesis Específicas

- a) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento aumenta la trabajabilidad del concreto.
- b) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento reduce las fisuras por contracción plástica del concreto.
- c) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la compresión del concreto.
- d) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la flexión del concreto.
- e) Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento aumenta la durabilidad del concreto.

3.2 Variables

3.2.1 Variable independiente

Fibra de polipropileno monofilamento

3.2.2 Variable dependiente

Propiedades físicas y mecánicas del concreto

3.2.3 Variables intervinientes

Tamaño de fibra de polipropileno

3.2.4 Definición conceptual

Fibra de polipropileno monofilamento: “Es un material polímero termoplástico, compuesto en fibras continuas o discontinuas ensambladas en una matriz plástica”. (Intor, 2015,p.30).

Propiedades del concreto: “Las propiedades físicas es el estado fresco del concreto, es aquella que se basa en la estructura de los materiales, es visible y medible, las propiedades mecánicas es el estado endurecido del concreto, son características propias de una composición donde determinan el comportamiento de los materiales antes fuerzas aplicadas (Rodriguez y Rodriguez, 2019, p.14).

3.2.5 Definición operacional

Variable independiente: La fibra de polipropileno, al mezclarse con el concreto fresco en un rango de dosis adecuada disminuyen la aparición de las fisuras, aumentando la resistencia a la compresión y flexión mejorando la vida útil del elemento.

Variable dependiente: “Al principio el concreto parece una "masa". Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas según la manipulación de los operarios” (Rodriguez y Rodriguez, 2019, p.14), se conserva en este estado hasta que cumpla su tiempo de fraguado una vez pasado este tiempo, no se puede manipular debido a que pasa de un estado fresco a un estado endurecido, ganando resistencia con el pasar del tiempo.

Tabla 1. Resumen de Operacionalización de la variable.

Variable Independiente: Fibra de polipropileno monofilamento		Variable Dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del concreto	
Indicadores	Índices	Indicadores	Índices
		Contracción plástica	Fisuración
		Trabajabilidad	Asentamiento
Cantidad de fibra	Dosificación de fibra de polipropileno monofilamento	Resistencia	Compresión
			Flexión
		Durabilidad	Resistencia a la penetración de cloruro

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Operacionalización de variables

Operacionalización de Variables										
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD	ESCALA	INSTRUMENTOS	HERRAMIENTAS	ÍTEMS
Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Las propiedades físicas es el estado fresco del concreto, es aquella que se basa en la estructura de los materiales, es visible y medible, las propiedades mecánicas del concreto, son características propias de una composición donde determinan el comportamiento de los materiales antes fuerzas aplicadas (Rodriguez y Rodriguez, 2019, p.14).	Al principio el concreto parece una "masa". Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas según la manipulación de los operarios" (Rodriguez y Rodriguez, 2019, p.14), se conserva en este estado hasta que cumpla su tiempo de fraguado una vez pasado este tiempo, no se puede manipular debido a que pasa de un estado fresco a un estado endurecido, ganando resistencia con el pasar del tiempo.	Fresco(físicas)	Trabajabilidad	Slump	mm	cuantitativa a continua	Formato de laboratorio	norma E.060, ASTM, Fichas técnicas	Indicado en los formatos
				Contracción plástica	Fisuración					
Fibra de polipropileno monofilamentos	La fibra de polipropileno monofilamento es un material polímero termoplástico, compuesto con fibras continuas o discontinuas ensambladas en una matriz plástica. (Intor, 2015, p.30).	La fibra de polipropileno, al mezclarse con el concreto fresco en un rango de dosis adecuada disminuye la aparición de las fisuras, aumentando la resistencia a la compresión y flexión mejorando la vida útil del elemento.	Endurecido (mecánicas)	Resistencia	Compresión	kg/cm ²	Cuantitativa; continua	Formato de laboratorio	ficha técnica, norma E060, ACI	
			Características	Durabilidad	Penetración de cloruro					
			Funcionalidad	Cantidad de fibra	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento	Kg/m ³				

Tabla 2. Operacionalización de variables

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

Chavarry et al (2020) Se realizó un estudio documental y bibliográfico, apoyándose en un marco teórico-técnico a partir de artículos científicos, así mismo las variables se involucraron en el estudio dado, especificaciones técnicas, entre otros; basados en distintas normas utilizadas por los especialistas e investigadores acerca del comportamiento del concreto estructural con aditivos y/o adiciones en el estado fresco y/o endurecido, obteniendo información relevante y fidedigna. En el estudio se implementó la dosis de agregado de fibra para controlar la fisuración, aumentar la trabajabilidad, así mismo mejorar las propiedades mecánicas del concreto. El método utilizado fue el deductivo, orientación aplicada, enfoque cuantitativo y como instrumento de recolección de datos retro selectivo, de tipo de investigación descriptivo, correlacional. Se utilizó un diseño experimental, longitudinal, retrospectivo y es una investigación causal dado que estudió la relación entre variable independiente que vendría hacer la fibra de polipropileno monofilamento (causa) y la variable dependiente las propiedades físicas y mecánicas del concreto (efecto).

4.1 Método de la Investigación

El método de investigación fue deductivo, debido a que se parte de la descripción observando los problemas, de manera que en el estudio se recopiló información de tesis, artículos, libros, entre otros y determinó como la fibra de polipropileno monofilamento influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural, así mismo se consideró una investigación aplicada al buscar la cantidad porcentual de adición de la fibra de polipropileno, de tal forma que mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto. El enfoque fue cuantitativo porque se determinó la dosis óptima de fibra de polipropileno monofilamento.

Chavarry et al (2020), en su investigación indican que un enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Es así que se usó mediciones numéricas establecidas a través de las propiedades mecánicas y porcentajes que permitió establecer los resultados de la investigación (pp. 31).

4.2 Tipo de la Investigación

La investigación es de tipo descriptiva, correlacional y explicativa, ya que surge de una descripción a un problema planteado, posteriormente se explica posibles

soluciones en base a las bibliografías revisadas como tesis, artículos y libros, de investigaciones correlacionando las variables, ya que las propiedades físicas y mecánicas del concreto dependen de la incorporación de las fibras de polipropileno monofilamento.

4.3 Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue descriptivo, ya que existe una cuantificación en los resultados, se determinó la dosis óptima de fibra de polipropileno monofilamento basado en la recopilación de tesis, ensayos, artículos y libros entre otros para establecer los cambios que se dan en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

4.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue de tipo experimental, debido a que en el estudio se manipula la variable dependiente e independiente y observar la influencia entre las mismas. De acuerdo a la direccionalidad la investigación fue longitudinal y retrospectivo porque se hace más de dos mediciones, se compara la cantidad de fibra de polipropileno agregada a la mezcla de concreto, se determinó la dosis óptima añadido para mejorar las propiedades físicas y mecánicas; retrospectivo porque se obtuvo la información de terceros como investigaciones pasadas que provienen de una base de datos confiable; así mismo el estudio fue de cohorte para realizar el análisis de cohorte se realiza el estudio causa-efecto por lo cual analizamos dichos resultados.

4.5 Población y Muestra

4.5.1 Población

Ramos (2019), Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero.

Considero una población de 120 especímenes de concreto cilíndrico y 30 especímenes de concretos prismáticos, Consta de los especímenes cilíndricos de 0.30 m de altura x 0.15 m de diámetro, además de especímenes prismáticos de 0.15 m x 0.15 m x 0.50m (pp. 50-53).

Ivala (2018). Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto de resistencia $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=245$ kg/cm² en la ciudad de Huancayo 2017. Considero una

población de 15 especímenes de concreto que los ubica en un cilíndrico que consta de 4" x 8" (p. 32-33).

Cervantes (2019). Caracterización mecánica del concreto hidráulico usando fibras de polipropileno para la resistencia a la compresión. Considero una población de 60 especímenes de concreto ubicados en un recipiente cilíndrico de 0.30m de alto x 0.15 m de diámetro" (p. 14).

4.5.2 Muestra

Ramos (2019), comenta que los especímenes de concreto contaron con las siguientes características; Concreto sin añadido de fibra son un total de 15 especímenes, realizando los ensayos de compresión a los 7, 14, 28 días, sacando promedio de 3 muestras, ensayo de flexión a los 28 días, sacando promedio de 3 muestras, ensayo de tracción indirecta a los 28 días, sacando promedio de 3 muestras. De la misma manera se procedió a añadir la fibra de polipropileno con las siguientes cantidades, 400 gr/m³, 600 gr/m³, 800 gr/m³ respectivamente, realizando las mismas pruebas con 3 muestras por cada una a los 7, 14 y 28 días correspondientemente, generando un total de 45 especímenes (pp. 50-53).

Ivala (2018), Se consideró 15 especímenes de concreto que los ubica en un cilíndrico de 4" x 8" con dosis de fibra de polipropileno monofilamento de 400 gr/m³, 700 gr/m³, 1200 gr/m³, realizando el ensayo de compresión a 24 horas, 3 días, 7 días, 28 días y 90 días (pp. 33).

Cervantes (2019), se consideró 60 diseños de muestra ensayados, donde se comparó y consideró 03 grupos experimentales, con 15 probetas por grupo y con porcentajes de fibra de polipropileno de 5 %, 10 % y 15 %, con ensayos a edades de 7, 14 y 28 días, con una relación a/c de 0.61 y con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² (pp. 14).

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Instrumento de recolección de datos

Ramos (2019), de acuerdo al investigador los instrumentos utilizados para la toma de datos en la ejecución de esta investigación son:

- Se realizó el ensayo para determinar la resistencia a compresión en muestras cilíndricas de concreto, tal como indica la NTP 339.034:2013.

- Se realizó el ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo, tal como indica la NTP 339.079:2012.
- Se realizó el ensayo para determinar la resistencia a la tracción indirecta por el método brasileño en especímenes cilíndricos.
- Se realizaron los ensayos necesarios para determinar las características físicas mecánicas de los materiales (agregado grueso y fino).

Ivala (2018), de acuerdo al investigador los instrumentos cuantitativos utilizados para la toma de datos en la ejecución de esta investigación son:

- Normas NTP y ASTM, en la cual se encontró los procedimientos para realizar los distintos ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.
- Formato de control de características y propiedades de los materiales usados.
- Formatos de control de slump, temperatura, tiempo de fragua, contenido de aire, exudación, peso unitario y rendimiento.
- Formato de control de registro de fisuración.
- Formato de control de ancho y longitud de fisuras.
- Formato de control de Resistencia compresión.
- Mini estación meteorológica calibrada.
- Instrumentos; comparativa de grietas (ACI), regla milimétrica, lupas entre otros.

Cervantes (2019), en su investigación de tesis explicó que de acuerdo con las técnicas y recolección de datos la información fue obtenida de bibliográficas de muchos libros, tesis, revistas, entre otros; que aplicamos en todo el proceso del desarrollo de esta investigación dentro del laboratorio de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, aplicando las técnicas e instrumentos reflejado en la figura 6 (pp. 33).

Técnicas	Instrumentos de recolección de datos
<ul style="list-style-type: none"> - Analisis de contenido - Fichaje - Apuntes 	<ul style="list-style-type: none"> - Compresion Lectora - Fichas Bibliograficas
Técnicas de Campo	Instrumentos de Campo
<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Medición de peso - Medición de volúmen - Propiedades de concreto 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación Experimental - Balanza electronica digital - Wincha de 5m - Ensayo de laboratorio

Figura 6. Tabla de clasificación de técnicas e instrumentos.

Fuente: Cervantes (2019)

4.6.2 Métodos y técnicas

Ramos (2019), De acuerdo a la investigación distribuyó la toma de datos de la siguiente manera. Tabla de clasificación de técnicas e instrumentos, como las normas NTP 400.021 y ASTM C127, las cuales describen el método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso, la reducción de las muestras para los ensayos se realizó conforme a las normas NTP 400.043 y ASTM C702. Para la granulometría se realizó conforme a las normas NTP 400.012 y ASTM C136, las cuales describieron que el muestreo y el ensayo son importantes, por lo tanto, el operador deberá tener siempre la precaución de obtener muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan. (pp. 54-55)

Ivala (2018), De acuerdo al investigador los métodos a realizar se basan en ensayos según normas, la ejecución de esta investigación es:

- NTP 400.043, 2006 AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir la muestra de agregados a tamaño de ensayo.
- ASTM C702/C702M-11 Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size
- NTP 339.185, 2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- ASTM C566-1997 Standard Test Method for total evaporable moisture content of aggregates by drying.

- NTP 400.022, 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado Fino.
- ASTM C128-1997 Standard Test Method for specific gravity and absorption of Fine Aggregates.
- NTP 400.021, 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso.
- ASTM C127-1988 Standard Test Method for specific gravity and absorption of Coarse Aggregates (reprobate in 1993) (pp. 37-43).

Cervantes (2019), de acuerdo con el investigador los ensayos se realizaron de acuerdo a las siguientes normas.

- Ensayo de contenido de humedad de los agregados, tomando referencia las normas ASTM C566 y la NTP 339.185, tanto para agregados finos y gruesos.
- Ensayo de Granulometría para los agregados, tomando como referencia las normas ASTM D 421, ASMT D 422 y NTP 400.012.
- Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de agregados. Este ensayo se procedió, para el agregado fino, mediante las normas ASTM C 128 y la NTP 400.022.
- El procedimiento que se consideró en el ensayo del Peso volumétrico seco, para el agregado fino y el agregado grueso, se realizó mediante las normas ASTM C 29 y la NTP 400.017 (pp. 34-40).

4.7 Descripción de procesamientos de análisis

Ramos (2019), de acuerdo a la investigación se consideró el siguiente procedimiento para el análisis de resultados

a. Resistencia a flexión

Se realizó conforme las normas ASTM C293 y NTP 339.079 las cuales describen el procedimiento para la determinación de la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo.

Aparatos:

- Máquina Universal de ensayo a flexión.
- Aparatos de carga
- Deformímetro
- Especímenes

Procedimiento:

- Los especímenes se ensayan a los 28 días para determinar la resistencia a flexión.
- Se gira el espécimen sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre los bloques de apoyo.
- Centrar el sistema de carga en relación con la fuerza aplicada.
- Colocar el deformímetro en la máquina de ensayo, asimismo verificar que se encuentre en ceros.
- Cargar la viga de forma continua y sin impactos.
- Aplicar la carga a una velocidad constante hasta el punto de rotura.

b. Resistencia a tracción por compresión diametral

Se realizó conforme las normas ASTM C496 - 96 y NTP 339.084 las cuales describen el procedimiento para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Aparatos:

- Máquina Universal de ensayo a compresión.
- Deformímetro
- Especímenes

Procedimiento:

- Los especímenes se ensayaron a los 28 días para determinar la resistencia.
- Los especímenes se colocaron de manera diagonal sobre la máquina universal de ensayo a compresión.
- Colocar el deformímetro en la máquina de ensayo, asimismo verificar que se encuentre en ceros.
- Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.
- Durante el inicio de la fase, se permitirá una alta velocidad de carga. La alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada.
- No hacer ajustes en la velocidad de movimiento cuando la carga final está siendo aplicada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen (pp. 66-68).

Ivala (2018), de acuerdo a la investigación se consideró las siguientes normas para el procedimiento de análisis de resultados.

c. Muestreo del Concreto Fresco

- NTP 339.036, 2011 CONCRETO. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.
- ASTM C172 / C172M *Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete*. Para obtener el muestreo de concreto, el tiempo transcurrido entre la porción inicial y final de una muestra debe ser la más corto posible o menor a 15 min esta muestra debe estar libre de impurezas que puedan afectar al concreto, para realizar los ensayos de estado fresco se debe batir la mezcla para uniformizarla.

d. Ensayo de Tiempo de Fragua

- NTP 339.082, 2011 CONCRETO. Ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.
- ASTM C403 / C403M - 16 *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*. Se obtendrá una muestra de mortero fresco, el cual será el pasante al tamiz N° 4 (4.75 mm) del concreto como lo estipula la NTP 339.036, 2011 el mortero se colocará en el molde 64 respectivo para su ensayo, será sometido a una fuerza vertical hacia abajo por medio de una aguja la cual penetrara el molde de concreto a una profundidad de $25 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, las penetraciones siguientes deben ser a una distancia no menor de 15 mm hasta lograr la no penetración de la aguja al mortero obtenido.

e. Ensayo de Asentamiento

- NTP 339.035, 2009 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.
- ASTM C 143 *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*. Una vez obtenida la muestra de concreto fresco, se colocará en un molde de forma cono trunco, el cual será llenado en tres capas iguales con un varillado de 25 golpes en forma de espiral de afuera hacia dentro por cada capa. El molde se retirará hacia arriba permitiendo que el molde se asiente.

f. Ensayo De Exudación

- NTP 339.077,2013 CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto.
- ASTM C323-1999 Standard Test Method for Bleeding of Concrete. Una vez obtenida la muestra de concreto fresco colocar y enrasar el concreto en un recipiente, mantener cubierta la muestra para evitar la pérdida de agua por evaporación en el recipiente. Con una pipeta extraer el agua acumulada en intervalos de 10 min durante los primeros 40 min y después en intervalos de 30 min hasta que cese la exudación, registrar los tiempos y cantidades de agua extraídas del concreto.

g. Ensayos de Resistencia a la Compresión

- NTP 339.034, 2013 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- ASTM C39/C39M Standard Test Method for Compressive strength of Cylindrical Concrete Specimens. Las máquinas de ensayo a usar requirieron una capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga de 0.25 ± 0.05 MPa/s sobre la probeta. Este ensayo se realizó a las edades de 24 horas, 3 días, 7 días, 28 días y 90 días (pp. 63-73).

Cervantes (2019), De acuerdo a la investigación se consideró el siguiente procedimiento para el análisis de resultados

Teniendo en cuenta las normas MTC E702 y la Norma Técnica Peruana NTP 339.183 se procedió a elaborar las probetas de concreto en moldes de 6” x 12”

a. Materiales:

- Agregado fino (arena gruesa).
- Agregado grueso (piedra chancada)
- Cemento Portland tipo I.
- Agua potable.
- Polipropileno

b. Instrumentos:

- Mezcladora de concreto.
- Varilla lisa.

- Martillo de goma.
- Espátula.
- Pala cuchara.
- Balanza.
- Regla metálica.

El asentamiento del concreto Slump se hizo conforme a las normas NTP 339.035 y ASTM C-143, se pudo verificar que cumplió con el diseño de mezclas de 3-4”.

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para estos ensayos se consideró las normas NTP 339.034 y ASTM C 39. El procedimiento consistió en el secado superficial de las probetas y dejando al aire libre aproximadamente 45 minutos después de extraerse de la piscina y cilindro de curado; luego se anotan las características de las probetas como el peso y sus diámetros en tres puntos, punto superior, inferior e intermedio del mismo (pp. 51-54).

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Resultados de investigación

La fibra de polipropileno monofilamento es un material que mezclado con el concreto presenta diferentes comportamiento influyendo a las diversas propiedades físicas y mecánicas del concreto, por tal motivo en esta investigación presentamos una recopilación de estudios realizados mostrando resultados significativos para conocer el comportamiento de esta fibras; entre las propiedades físicas se obtuvo la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para reducir las fisuras por contracción plástica, también la óptima dosificación de fibra de polipropileno para controlar la trabajabilidad del concreto, con respecto a las propiedades mecánicas se estudió la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar la resistencia a la compresión, flexión y durabilidad.

Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la trabajabilidad del concreto.

Abu, et al. (2021), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland tipo I, agregado grueso: astilla de piedra y como agregado fino se utilizó arena.
- Los métodos utilizados fueron de prueba de asentamiento ASTM C143 (2015), ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39 (2020).
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 12 mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 0.06%, 0.12% y 0.18% por volumen de concreto, con distintos tipos de volumen de cemento (kg/m^3).
- Resultado experimental:

Tabla 3. Ensayo de asentamiento (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosificación de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	Asentamiento (mm)
M0	0.00	82
M1	0.23	77
M2	0.46	64
M3	0.69	62

Fuente: Abu, et al. ,(2021).

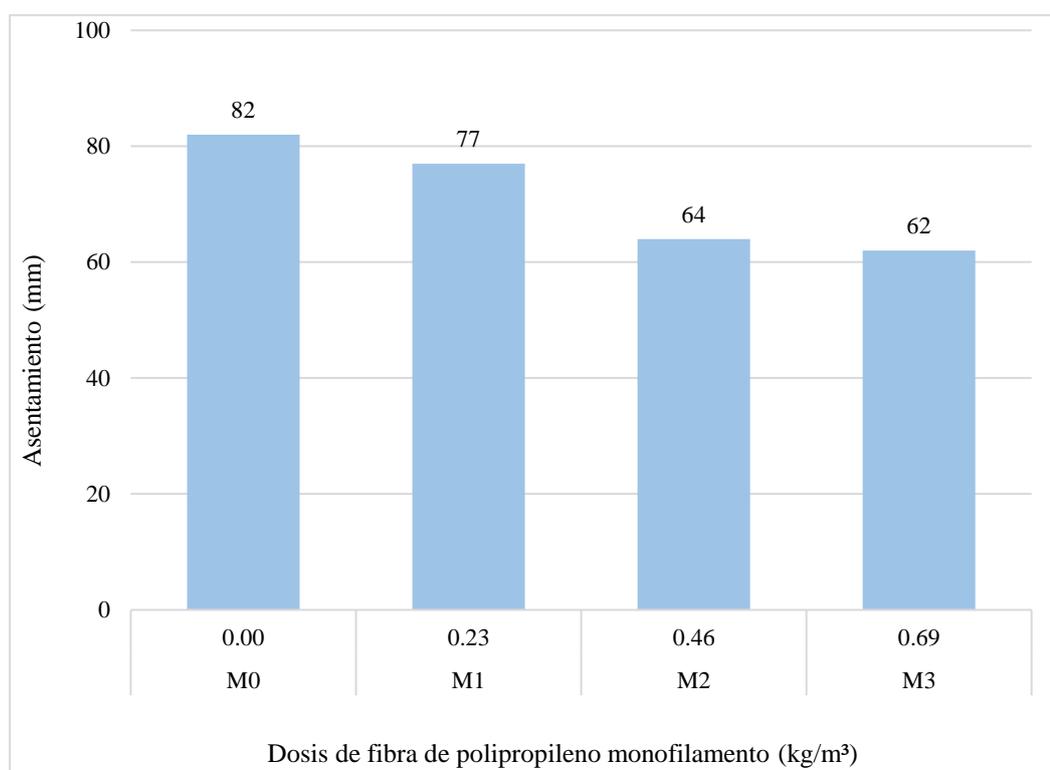


Figura 7. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs asentamiento (mm).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, cuenta con valores obtenidos del ensayo de asentamiento respecto a la muestra patrón, los resultados obtenidos se visualiza de manera gráfica en la Figura 7 donde se observa al aumentar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento la trabajabilidad disminuye, así como el asentamiento.

Carbajal, et al. (2020), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, agregado grueso de cantera, agregado fino de cantera, cemento portland Tipo IP.
- Los ensayos que se realizaron fueron: Ensayo de fisuración ASTM C1579-06, ensayo de asentamiento NTP 339.35, ASTM C143.
- Tamaño de fibra de polipropileno monofilamento de 12 mm.
- Dosis de fibra 300 gr/m³ y 350 gr/m³.
- Resultado experimental:

Tabla 4. Ensayo de asentamiento (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de Mezcla	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	Asentamiento (mm)
M0	0.00	140
M1	0.30	127
M2	0.35	127

Fuente: Carbajal, et al. ,(2020).

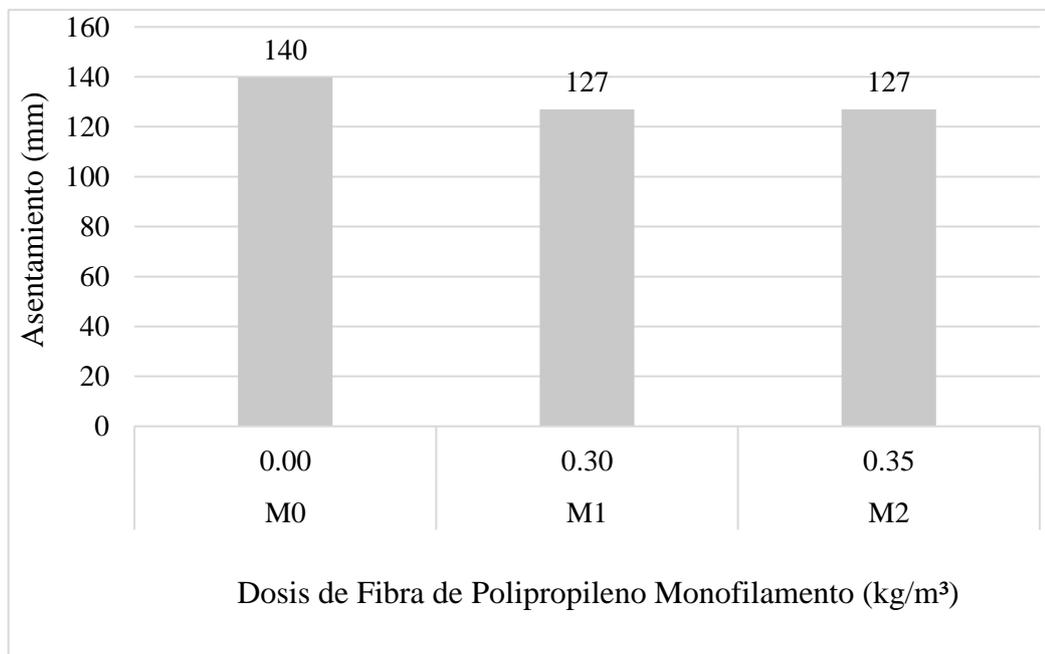


Figura 8. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs asentamiento (mm).

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4, se observa los resultados de asentamiento que se obtienen ante diferentes dosis de aditivos de fibra de polipropileno monofilamento, los resultados obtenidos se pueden visualizar de manera gráfica en la Figura 8, claramente se observa que al añadir dosis de fibra de polipropileno monofilamento disminuye el asentamiento hasta desde 140 mm siendo la muestra patrón hasta 127 mm con una dosis de 0.35 kg/m³.

Hasan y Maroof (2019), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland ordinario, agregado grueso, agregado fino.
- El ensayo que se realizó fue de asentamiento ASTM C 134.
- La longitud de la fibra fue de 12 mm.
- La dosificación de fibra de polipropileno monofilamento fue de 0%, 0.06%, 0.12%, 0.24%, 0.78%, 0.72%, 0.96%.
- Resultado experimental:

Tabla 5. Ensayo de asentamiento (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno (kg/m ³)	Asentamiento (mm)
M0	0.00	40
M1	0.24	30
M2	0.47	30
M3	0.95	15
M4	1.11	15
M5	2.84	8

Fuente: Hasan, et al. ,(2019).

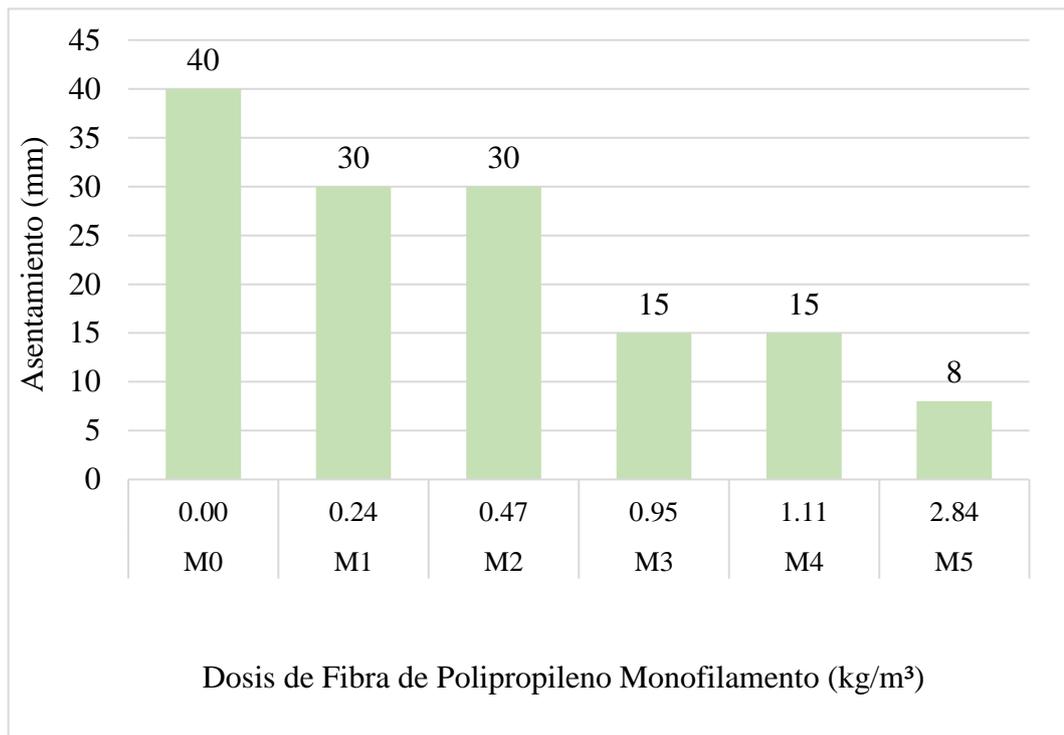


Figura 9. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs asentamiento (mm).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5, se observa los resultados de asentamiento que se obtienen ante diferentes dosis de aditivos de fibra de polipropileno monofilamento, los resultados obtenidos se pueden visualizar de manera gráfica en la Figura 9. Se observa que al añadir dosis de fibra de polipropileno monofilamento no aumenta la trabajabilidad del concreto, el asentamiento inicial dio un valor inicial de 40 mm, al añadir la fibra con una dosis de 0.24 kg/m³ dio un valor de asentamiento de 30 mm, por último, con una dosis de 2.84 kg/m³ se obtuvo un asentamiento de 8 mm.

Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para reducir las grietas por contracción plástica.

Ivala (2018), en su investigación:

- Los materiales utilizados en esta tesis fueron: Fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland puzolánico Tipo I, agregado grueso piedra chancada, agregado fino del río.

- Se realizó el ensayo de asentamiento NTP 339.035, evaluación y reparación de fisura en estructuras de hormigón ACI 224 1R-93, ensayo de resistencia a la compresión NTP 339.034 o ASTM c-39.
- La longitud de fibra de polipropileno fue de 20 mm.
- La dosificación de fibra de polipropileno monofilamento fue de 400 gr/m³, 700 gr/m³, 1200 gr/m³.
- Resultado experimental:

Tabla 6. Ancho de fisura (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno (kg/m ³)	Ancho de fisura (mm)
M0	0.00	0.20
M1	0.40	0.13
M2	0.70	0.12
M3	1.20	0.10

Fuente: Ivala (2018).

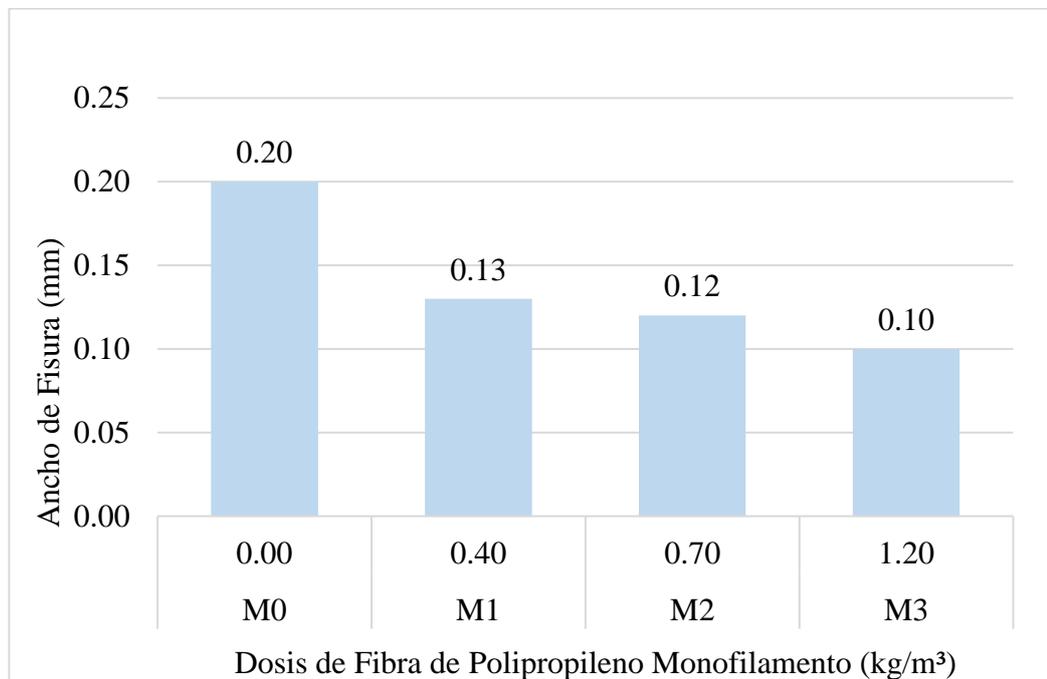


Figura 10. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs ancho de fisura (mm).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se observa los resultados obtenidos de la tesis con respecto al ancho de fisuras (mm) que se obtienen ante diferentes dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3), se observa en la Figura 10 donde la fibra de polipropileno monofilamento proporciona una disminución de ancho de fisura al aumentar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento, con una dosis de 1.2 kg/m^3 disminuye hasta un 0.10 mm ; el ancho de fisura de la muestra patrón fue de 0.20 mm .

Carbajal, et al. (2020), en su investigación:

- Los materiales utilizados en esta tesis fueron: Fibra de polipropileno monofilamento, agregado grueso de cantera, agregado fino de cantera, cemento portland Tipo IP.
- Se realizó el ensayo de fisuración ASTM C1579-06, asentamiento 339 ASTM C143
- Tamaño de fibra de polipropileno monofilamento de 12 mm .
- La dosificación de fibra de polipropileno monofilamento fue de 450 gr/m^3 , 600 gr/m^3 , 900 gr/m^3 .
- Resultado experimental:

Tabla 7. Ancho de fisura (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3)	Ancho de fisura (mm)
M0	0.00	0.50
M1	0.30	0.40
M2	0.35	0.30

Fuente: Carbajal , et al. , (2020).

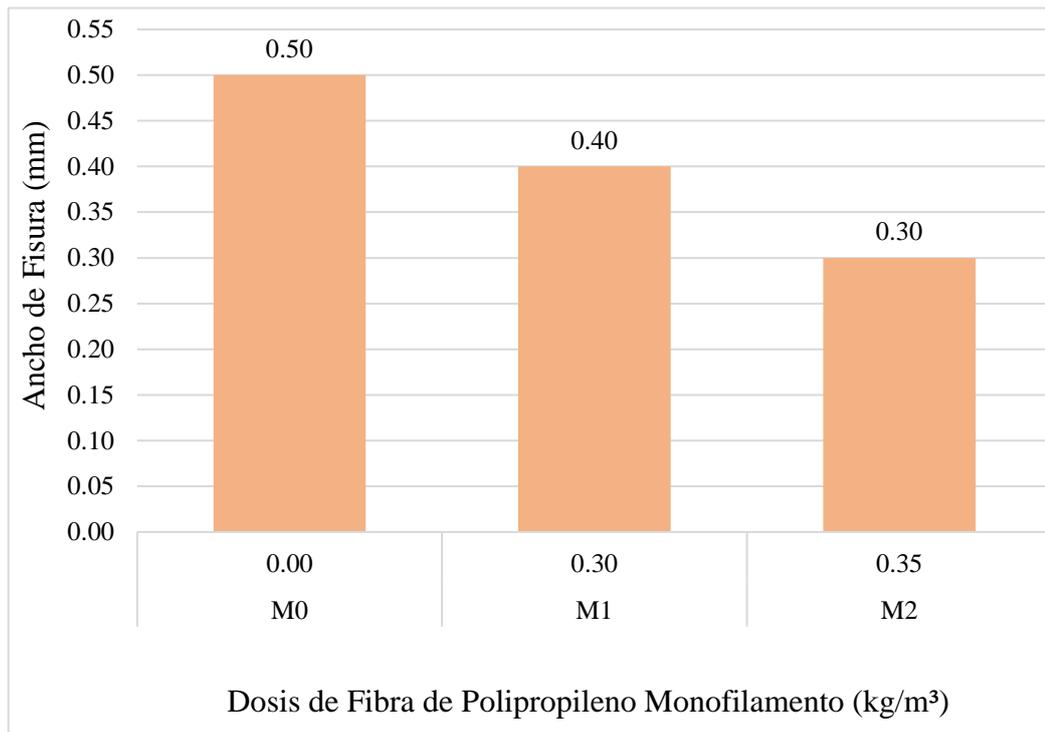


Figura 11. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs ancho de fisura (mm).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7, se observa los resultados obtenidos de la tesis con respecto al ancho de fisura (mm) que se obtienen ante diferentes dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³), los resultados obtenidos se pueden visualizar de manera gráfica en la Figura 11 donde se logra observar que la fibra de polipropileno monofilamento proporciona una disminución de ancho de fisura al aumentar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento, los anchos varían desde 0.5 mm y hasta un 0.3 mm con una dosis de 0.35 kg/m³.

Armas, Cesar (2016), En su investigación:

- Los materiales utilizados en esta tesis fueron: Fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland tipo MS (MH) (R), cemento Pacasmayo anti salitre Fortimax 3, piedra de 0.5” como máximo tamaño y arena, aditivo Superplastificante Chemament 440.
- Los ensayos realizados en esta tesis fueron: Ensayo de asentamiento NTP 339.035, ensayo de peso unitario NTP 339.046, ensayo de contenido de aire NTP 339.080, ensayo de temperatura NTP 339.184, ensayo de

compresión NTP 339034, ensayo de flexión NTP 339.078, ensayo potencial de fisuración por contracción plástica ASTM C1579 – 12.

- Tamaño de fibra de polipropileno 12 mm.
- La dosificación de fibra de polipropileno monofilamento fue de 200 gr/m³, 300 gr/m³, 400 gr/m³.
- Resultado experimental:

Tabla 8. Ancho de fisura (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	Ancho de fisura (mm)
M0	0.00	1.80
M1	0.20	1.00
M2	0.30	0.80

Fuente: Armas, Cesar (2016).

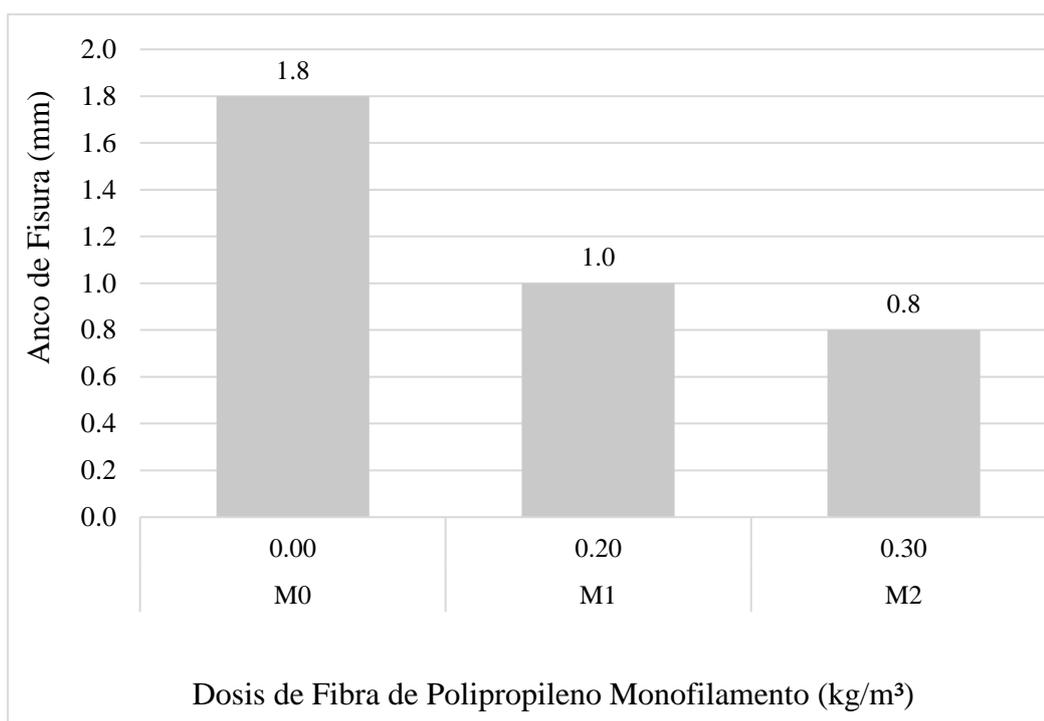


Figura 12. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs ancho de fisura.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8, se observa los resultados obtenidos de la tesis con respecto al ancho de fisura (mm) que se obtienen con diferentes dosis de fibra de polipropileno

monofilamento (kg/m^3), se logra observar en la Figura 12 que las dosificaciones de la fibra de polipropileno monofilamento proporcionan una disminución de ancho de fisura al aumentar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento, los anchos de fisuras varían desde 1.8 mm (M0) a 0.8 mm (M3) con una dosis de 0.3 kg/m^3 .

Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

Becerra, et al. (2019), en su investigación;

- Los materiales utilizados en este artículo fue fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland Tipo I, agregado fino de cantera rio, agregado grueso de cantera de rio.
- Los métodos utilizados fueron ensayo de asentamiento, resistencia a la compresión ASTM C-39, ensayo de resistencia a la flexión ASTM C-39.
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 12 mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 400 gr/m^3 , 500 gr/m^3 y 600 gr/m^3 por volumen de concreto.
- Resultado experimental

Tabla 9. Ensayo de compresión (kg/cm^2) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)
M0	0.00	217
M1	0.40	229
M2	0.50	246

Fuente: Becerra, et al. (2019).

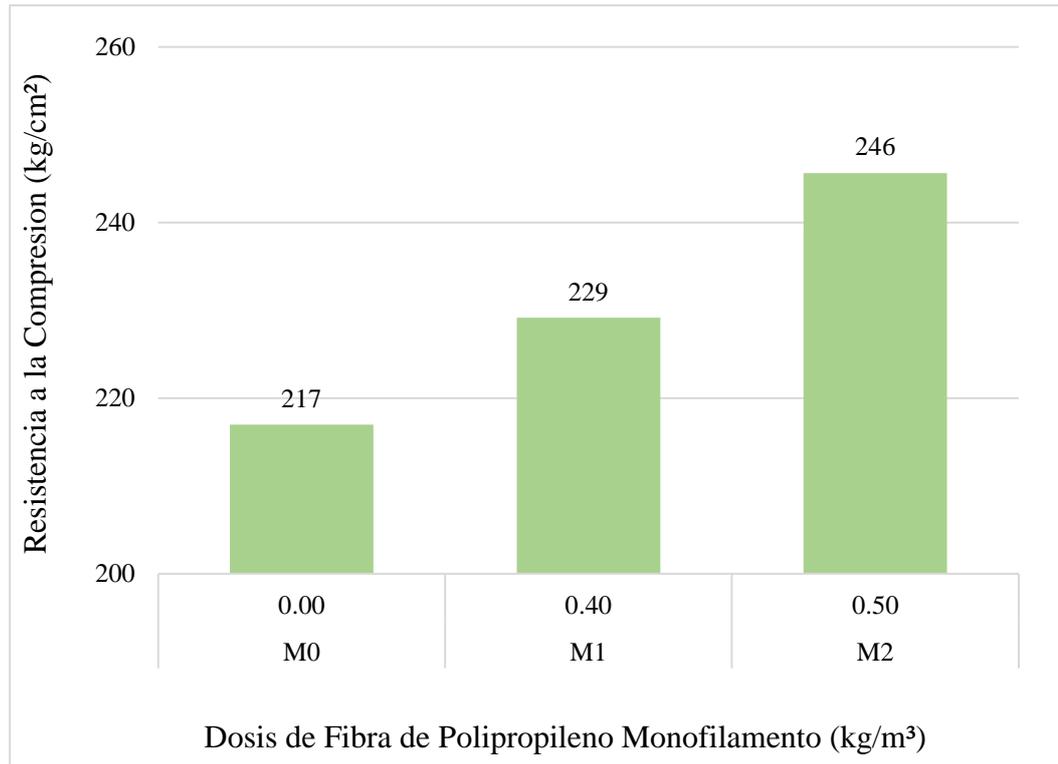


Figura 13. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs resistencia a la compresión (kg/cm²).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 contamos con los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión con respecto a las diferentes dosis de fibra de polipropileno (kg/m³), los resultados obtenidos se muestran en la Figura 13 donde se logra observar variaciones de acuerdo aumenta la dosis de fibra de polipropileno monofilamento, partiendo de una mezcla patrón observamos que la fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la compresión hasta 246 kg/cm².

Giorgio, Perez (2020), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fue fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland Tipo I, agregado fino, agregado grueso.
- Los métodos utilizados fueron ensayo a la compresión NTP 339.034, ensayo de resistencia a la flexión NTP 339.078.
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 19mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 0%, 0.12%, 0.16% y 0.20%.

- Resultado experimental:

Tabla 10. Ensayo de compresión (kg/cm^2) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)
M0	0.00	258
M1	1.09	263
M2	1.46	270
M3	1.82	286

Fuente: Giorgio, Perez (2020).

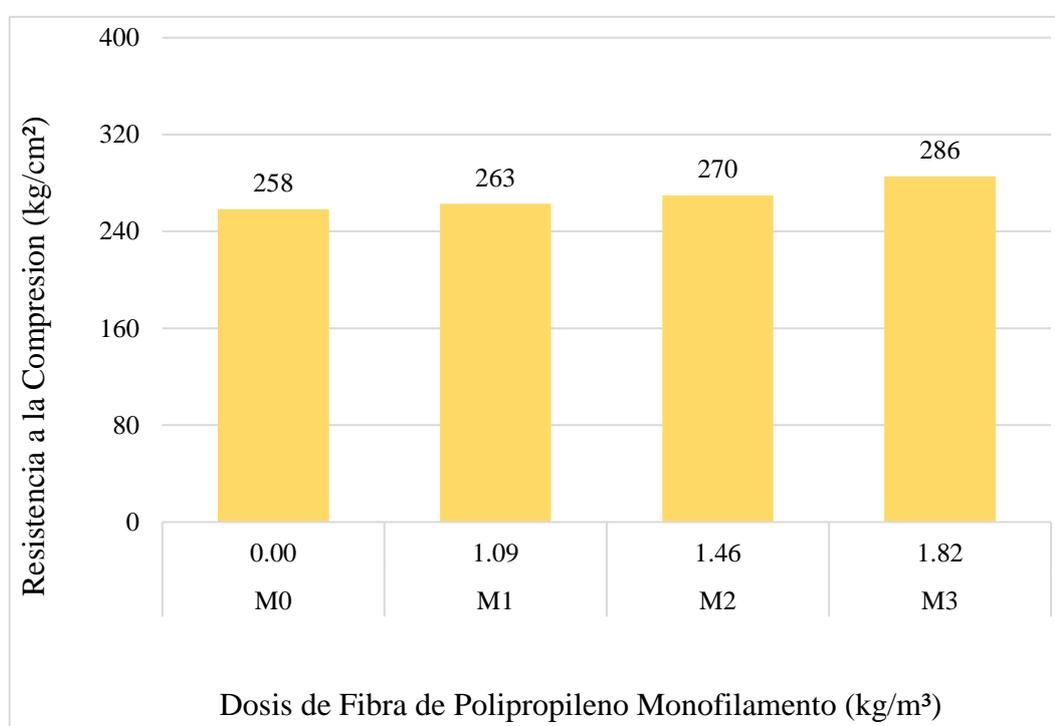


Figura 14. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3) vs resistencia a la compresión (kg/cm^2).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10 contamos con los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión con respecto a las diferentes dosis de fibra de polipropileno (kg/m^3), los resultados obtenidos muestran gráficamente en la Figura 14 donde se ve las variaciones de acuerdo al aumento de la dosis de fibra de polipropileno, partiendo de una mezcla patrón observamos que al añadir la fibra de polipropileno

monofilamento aumenta la resistencia a la compresión dando un valor máximo de 286 kg/cm² con una dosis de 1.82kg/cm².

Liu, et al. (2019), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland ordinario P. O. 42.5, agregado fino arena del río lavada, agregado grueso de caliza triturada, reductor de agua a base de policarboxilato 5581F.
- El ensayo que se realizó fue de resistencia a la compresión GB/T50081-2016.
- Ensayo de resistencia a la flexión GB/T50051-2016, ensayo de penetración de cloruro.
- La longitud de la fibra fue de 12 mm
- La dosificación de fibra de polipropileno monofilamento fue de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 0.75%.
- Resultado experimental:

Tabla 11. Ensayo de compresión (kg/cm²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosis de fibra de fibra de	
	polipropileno monofilamento (kg/m ³)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
M0	0.00	311
M1	1.50	313
M2	3.00	318
M3	4.50	329

Fuente: Liu, et al., (2019).

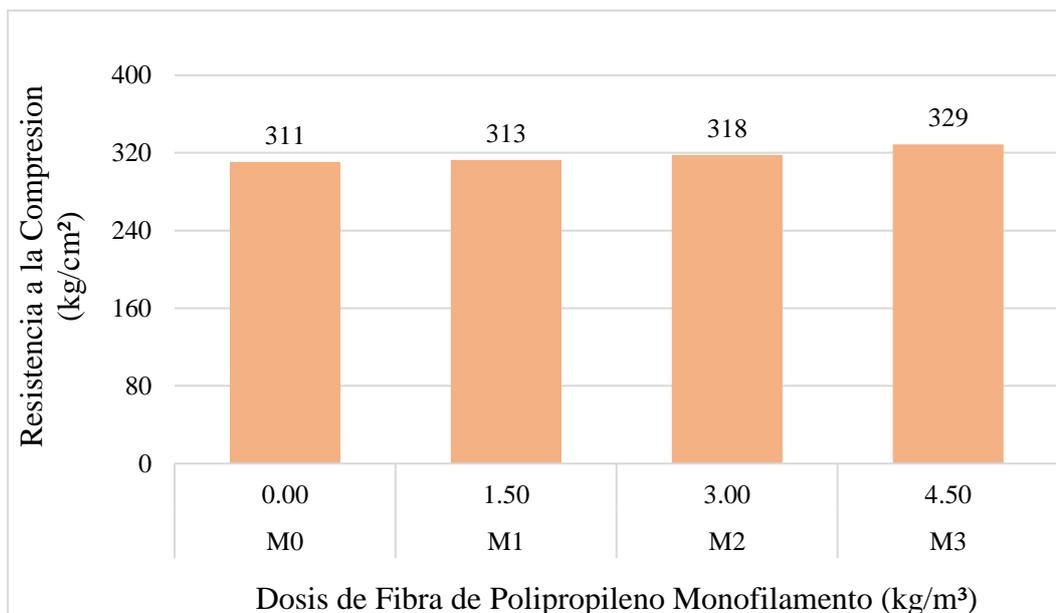


Figura 15 Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs resistencia a la compresión (kg/cm²).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 contamos con los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión con respecto a las diferentes dosis de fibra de polipropileno (kg/m³), los resultados obtenidos se muestran gráficamente en la Figura 15, se observa que al añadir fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la compresión donde el mayor valor de resistencia a la compresión con dosis de fibra de polipropileno de 4.5 kg/m³ es de 329 kg/cm².

Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar la resistencia a la flexión del concreto.

López (2014), en su investigación:

- Los materiales en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, Cemento portland tipo I, agregado fino de arena de río, agregado grueso: pedrín triturado de media pulgada de diámetro.
- Ensayo de asentamiento NTG – 41052, ensayo de compresión y ensayo de flexión según las normas guatemaltecas.
- La longitud de la fibra fue de 12 mm
- Dosis de fibra de 600 gr/m³, 360 gr/m³.
- Resultado experimental:

Tabla 12. Ensayo de flexión (kg/cm²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
M0	0.00	37
M1	0.36	37
M2	0.60	38

Fuente: Lopez (2014).

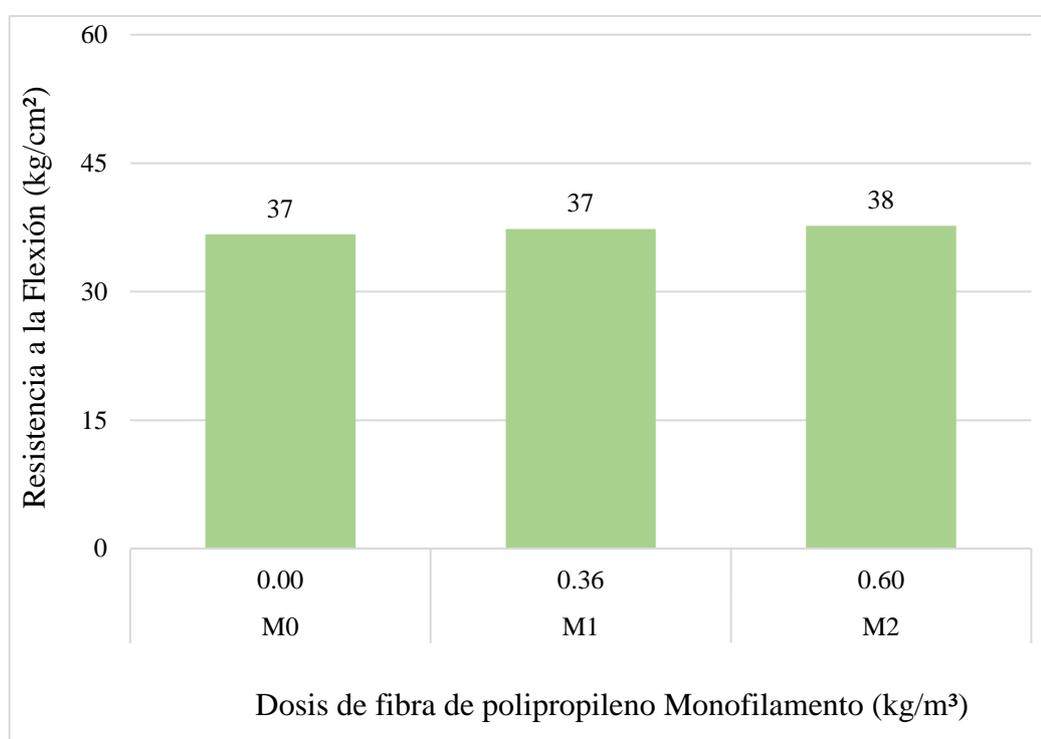


Figura 16. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs resistencia a la flexión (kg/cm²).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, se observa los resultados del ensayo de resistencia a la flexión que se obtienen del artículo con las diferentes dosis de aditivos de fibra de polipropileno monofilamento, se observa en la Figura 16 la fibra de polipropileno monofilamento proporciona un leve aumento de resistencia al aumenta la dosis hasta 38 kg/cm².

Liu, et al., (2019) en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland ordinario P.O 42.5, agregado fino del río lavada, agregado grueso de piedra caliza triturada.
- Los métodos utilizados fueron ensayo a la compresión GB/T50081-2016, resistencia a la flexión GB/T50051-2016, ensayo de penetración de cloruro ASTM 1202.12.
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 12 mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 0.5 %, 1 %, 1.5 %
- Resultado experimental

Tabla 13. Ensayo de flexión (kg/cm^2) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).

Código de mezcla	Dosis de fibra (kg/m^3)	Resistencia a la flexión (kg/cm^2)
M0	0.00	62
M1	1.50	66
M2	3.00	68
M3	4.50	73

Fuente: Liu, et al. (2019).

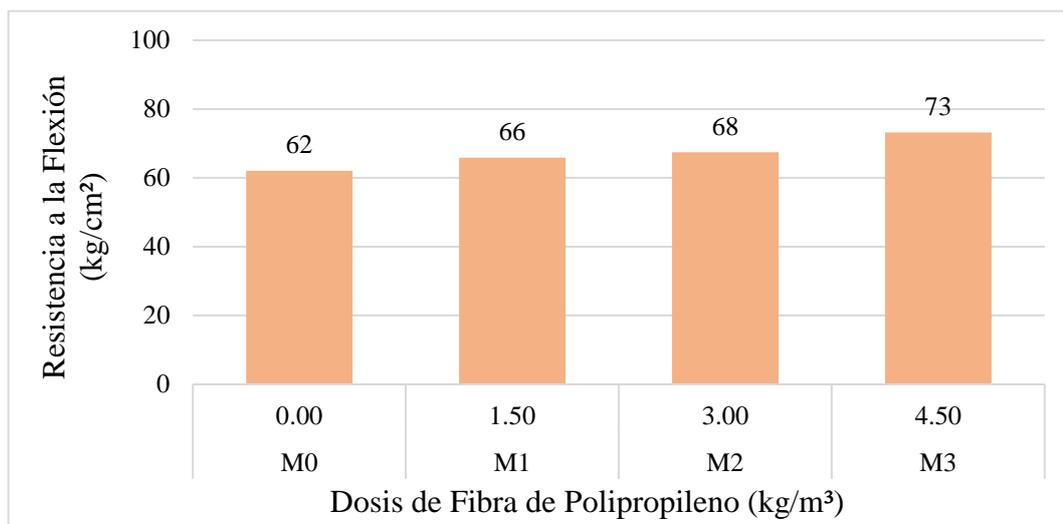


Figura 17. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3) vs resistencia a la flexión (kg/cm^2).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13, se observa los resultados del ensayo de resistencia a la flexión que se obtienen del artículo, con las diferentes dosis de aditivos de fibra de polipropileno monofilamento, los resultados obtenidos se visualizan en la Figura 17, se observa que la fibra de polipropileno monofilamento proporciona un aumento a la resistencia a la flexión, se tuvo un incremento de 62 kg/cm² como concreto patrón (OPC) hasta un 73 kg/cm² con una dosis de 4.5kg/m

Giorgio, Perez (2020), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fue fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland tipo I, agregado fino, agregado grueso.
- Los métodos utilizados fueron ensayo de resistencia a la compresión NTP 339.034 y ensayo de resistencia a la flexión NTP 339.078.
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 19 mm y 20 mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 0%, 12%, 0.16% y 0.2%.
- Resultado experimental

Tabla 14. Ensayo de flexión (kg/cm²) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m ³)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
M0	0.00	37
M1	1.09	37
M2	1.46	38
M3	1.82	40

Fuente: Giorgio, Perez (2020).

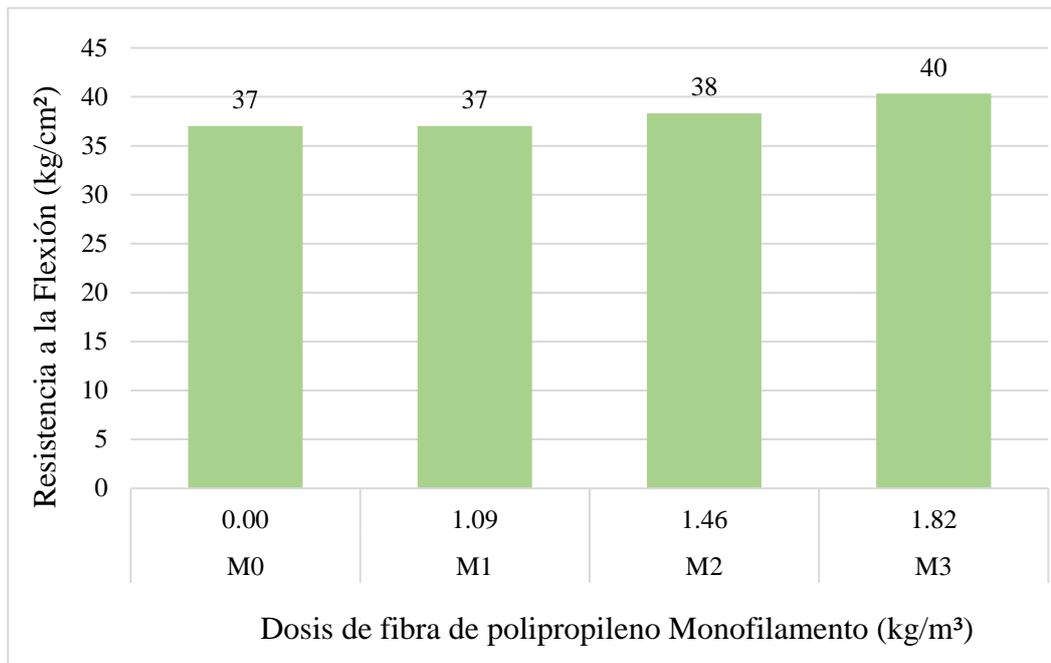


Figura 18. Resistencia a la flexión (kg/cm^2) vs dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 14, se observa los resultados del ensayo de resistencia a la flexión que se obtienen del artículo, con las diferentes dosis de aditivos de fibra de polipropileno monofilamento, los resultados obtenidos se visualizan en la Figura 18, se observa que la fibra de polipropileno monofilamento proporciona un aumento de resistencia a la flexión al aumentar la dosis, se tuvo un incremento desde 37 kg/cm^2 como concreto patrón (M0) hasta 40 kg/cm^2 (M3).

Becerra, et al. (2019), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland Tipo I, agregado fino de cantera, agregado grueso de cantera.
- Los métodos utilizados fueron ensayo de compresión ASTM C-39, flexión ASTM C-39.
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 12 mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 400 gr/m^3 , 500 gr/m^3 y 600 gr/m^3 .
- Resultado experimental

Tabla 15. Ensayo de flexión (kg/cm^2) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3).

Código de mezcla	Dosis de fibra polipropileno monofilamento (kg/m^3)	Resistencia a la flexión (kg/cm^2)
M0	0.00	32
M1	0.40	35
M2	0.50	36

Fuente: Becerra, et al., (2019).

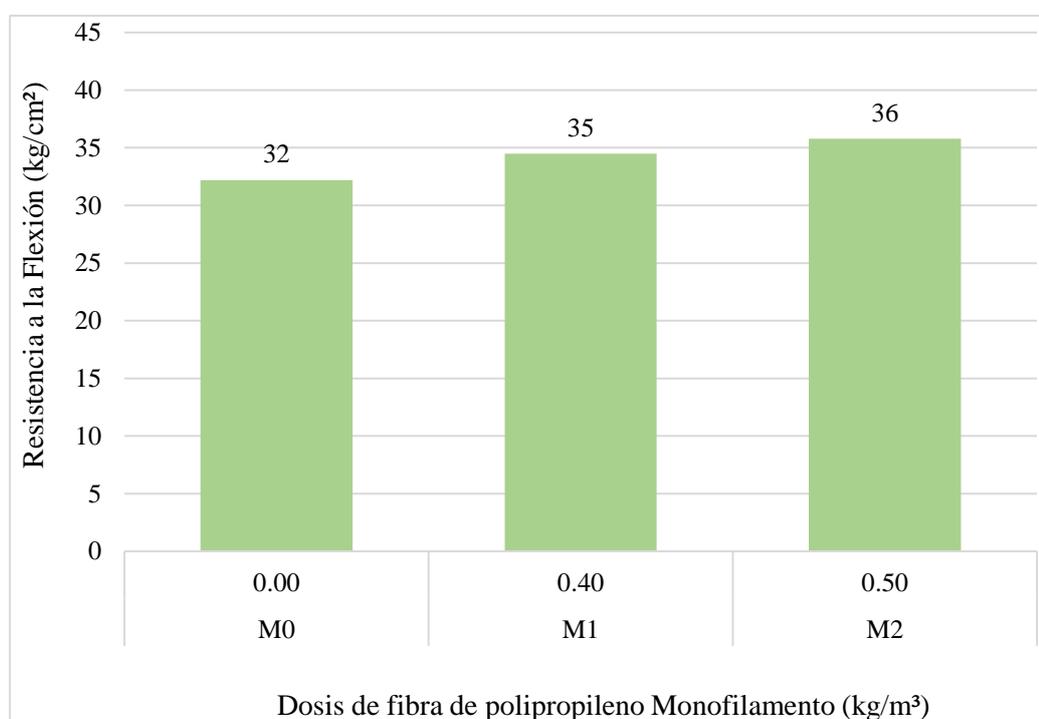


Figura 19. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3) vs resistencia a la flexión (kg/cm^2).

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15, se observa los resultados del ensayo de resistencia a la flexión que se obtienen del artículo, con las diferentes dosis de aditivos de fibra de polipropileno monofilamento, los resultados obtenidos visualizan en la Figura 19, se observa que la fibra de polipropileno monofilamento proporciona un aumento de

resistencia a la flexión al aumentar la dosis, se tuvo un incremento desde 32 kg/cm² como concreto patrón (M0) hasta un 36 kg/cm² (M2).

Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar la durabilidad del concreto.

Liu, et al. (2019), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fue fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland ordinario P.O 42.5, agregado fino del rio lavada, agregado grueso de piedra caliza triturada.
- Los métodos utilizados fueron ensayo a la compresión GB/T50081-2016, resistencia a la flexión GB/T50051-2016, ensayo de penetración de cloruro ASTM 1202.12.
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 12 mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 0.5%, 1%, 1.5%.
- Resultado experimental:

Tabla 16. Ensayo de penetración de cloruro (mm) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Código de mezcla	Dosis de fibra (kg/m ³)	Penetración de cloruro (mm)
M0	0.00	26.00
M1	1.50	23.00
M2	3.00	21.00
M3	4.50	19.80

Fuente: Liu, et al., (2019).

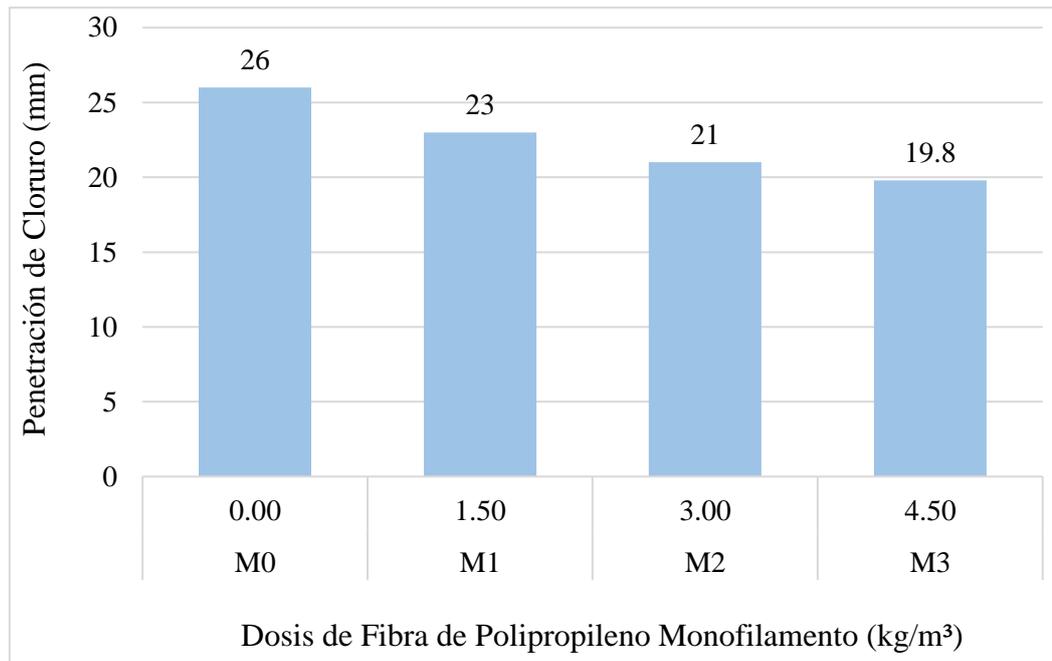


Figura 20. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³) vs Penetración de cloruro (mm)

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 16, se observa los resultados del ensayo de prueba rápida de penetración de cloruro donde se obtienen diferentes dosis de aditivos de fibra de polipropileno monofilamento, los resultados se visualizan en la Figura 20, se observa que al añadir dosis de fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia de penetración de cloruro, disminuyendo su profundidad de penetración en el concreto conforme va aumentando la dosis de fibra de polipropileno monofilamento los resultados obtenidos son desde 26 mm de penetración cloruro que vendría hacer el concreto patrón (OPC) hasta un 19.8 mm de penetración de cloruro con 4.5 kg/m³.

Rashid (2020), en su investigación:

- Los materiales utilizados en este artículo fueron fibra de polipropileno monofilamento, cemento portland Tipo II.
- Los métodos utilizados fueron ensayo de penetración de cloruro.
- La longitud de fibra de polipropileno monofilamento utilizada en este ensayo fue de 12 mm.
- La dosis de fibra de polipropileno utilizada en este artículo fue de 3640 gr/m³, 5640 gr/m³.
- Resultado experimental:

Tabla 17. Ensayo de flexión (kg/cm^2) para las distintas dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3) combinado con fibra de acero (kg/m^3).

Código de mezcla	Dosis de fibra (kg/m^3)	Penetración de cloruro (mm)
M0	0.00	11.00
M1	3.64	10.89
M2	5.46	10.66

Fuente: Rashid, M (2020).

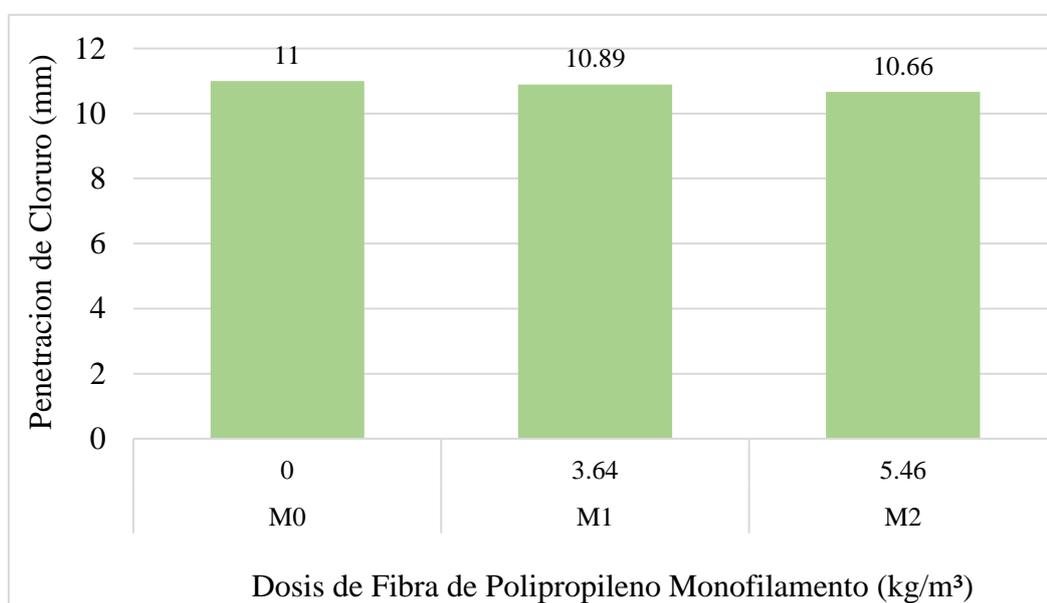


Figura 21. Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m^3) vs Penetración de cloruro (mm)

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 17, se observa los resultados del ensayo de prueba rápida de penetración de cloruro, donde se obtienen diferentes dosis de fibra de polipropileno monofilamento, los resultados obtenidos se visualizan en la Figura 21, donde se logra observa que al añadir la dosis de fibra de polipropileno monofilamento la resistencia de penetración de cloruro mantiene su profundidad de penetración de cloruro en el concreto con un valor de 11 mm de manera constante para todas las muestras.

5.2 Contrastación de hipótesis.

HIPÓTESIS 1: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento aumenta la trabajabilidad del concreto.

Para determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento y posteriormente verificar su trabajabilidad, se requieren los resultados de ensayos en los artículos y tesis de investigación.

H0: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento no aumenta la trabajabilidad del concreto.

H1: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento si aumenta la trabajabilidad del concreto.

Observación: Según la Figura 22, los autores, Abu, Mohammad ; Saif, Hossain; Imtiaz, Uddin; Manjur, Elahi; Habibur, Sobuz; Vivian, Tam y Saiful, Islam, (2021) observan que para una dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra entre 0.23 a 0.69 kg/m³ se obtuvo una disminución en el asentamiento de 77 mm a 62 mm siendo esta una variación de 24% con respecto a la mezcla patrón, Carbajal y Gloria, (2020), para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra entre 0.30 kg/m³ a 0.35 kg/m³ donde se obtuvo una disminución en el asentamiento de 140 mm a 127mm teniendo una variación de 9%, como también Hasan, Arsalan; Maroof, Nyazi y Ibrahim, Yassin., (2019) se observa que para una dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra entre 0.24 kg/m³ a 1.11 kg/m³ donde se obtuvo una disminución en el asentamiento de 30 mm a 15 mm teniendo una variación de 80% con respecto a la mezcla patrón. Observando que al añadir fibra de polipropileno la mezcla se seca perdiendo su trabajabilidad y disminuyendo el asentamiento.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula H0 ya que los valores de asentamiento disminuyen conforme aumenta la dosis de fibra de polipropileno monofilamento. Se rechaza la hipótesis H1.

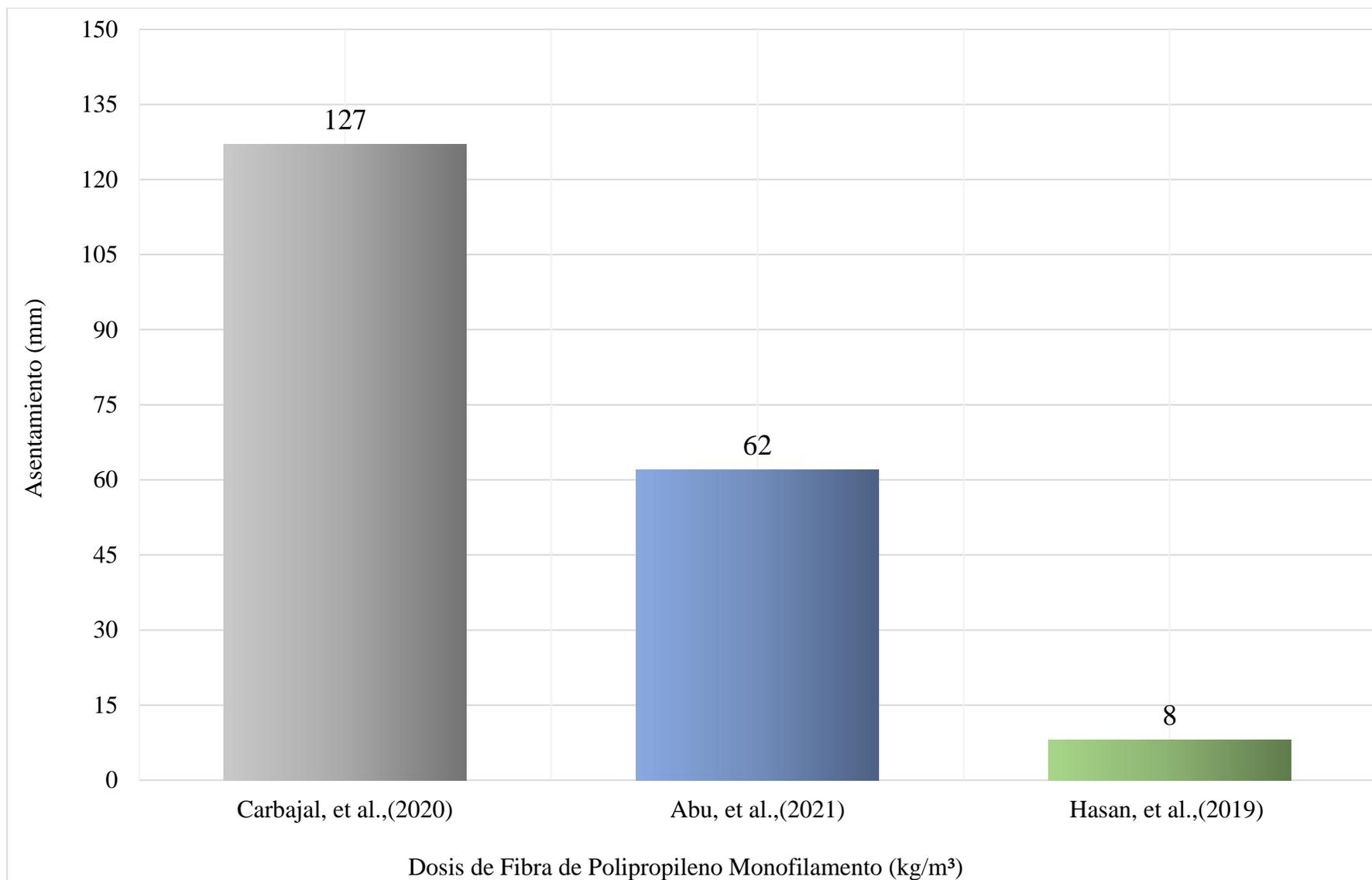


Figura 22. Asentamientos (mm) Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³)

Fuente: Elaboración propia.

HIPÓTESIS 2 Al determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento reducen las fisuras por contracción plástica.

Para determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento y posteriormente verificar su contracción plástica respecto a la reducción de ancho de fisura, se requieren los resultados de ensayos en los artículos y tesis de investigación.

H0: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento no reduce el ancho de fisura por contracción del concreto.

H1: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento si reduce el ancho de fisura por contracción plástica del concreto.

Observación: Según la Figura 23 se observa que a reducción de ancho de fisura se midió de la siguiente manera obteniendo los diferentes resultados: Ivala, Carlos., (2018) se observa que la dosis de fibra de polipropileno se encuentra en un rango de 0.4 kg/m^3 a 1.20 kg/m^3 donde se redujo el ancho de fisura de 0.20 mm a 0.10 mm disminuyendo hasta un 50 %; por otro lado en la investigación de Carbajal y Gloria, (2020) se observa que la dosis de fibra de polipropileno se encuentra en un rango de 0.30 kg/m^3 a 0.35 kg/m^3 donde se redujo el ancho de fisura de 0.50 mm a 0.30 mm disminuyendo hasta un 40 % y por último Armas, Cesar (2016), se observa que la dosis de fibra de polipropileno se encuentra en un rango de 0.20 kg/m^3 a 0.30 kg/m^3 donde se redujo el ancho de fisura de 1.80 mm a 0.80 mm habiendo una disminución de hasta un 56 %. Se puede observar que al adicionar mayor cantidad de fibra de polipropileno favorece a las mezclas ya que reduce el ancho de fisura.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0 ya que los valores del ancho de fisura disminuyen conforme aumenta la dosis de fibra de polipropileno monofilamento. Se acepta la hipótesis H1.

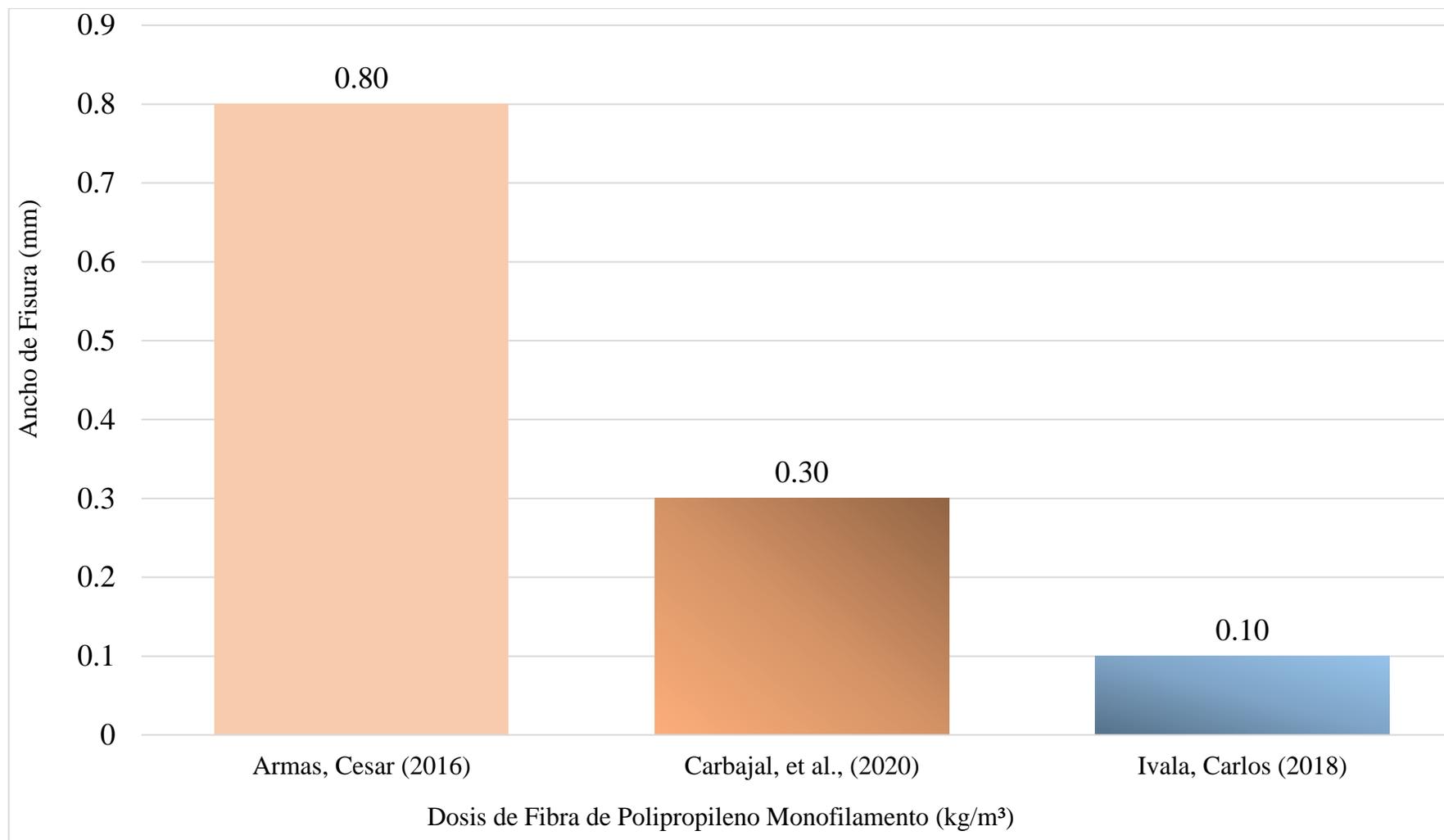


Figura 23 Ancho de fisura (mm) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³)
Fuente: Elaboración propia.

HIPÓTESIS 3 Al determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la compresión del concreto.

Para determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento y posteriormente verificar la resistencia a la compresión, se requieren los resultados de ensayos en los artículos y tesis de investigación.

H0: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento no aumenta la resistencia a la compresión del concreto.

H1: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento si aumenta la resistencia a la compresión del concreto.

Observación: Según la Figura 24, la información obtenida de los autores se observa que el ensayo de resistencia a la compresión se midió de la siguiente manera obteniendo los diferentes resultados: Becerra y Delgado, (2019), se observa que la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra en un rango de 0.40 kg/m³ a 0.50 kg/m³ donde se aumentó la resistencia a la compresión de 217 kg/cm² a 246 kg/cm² habiendo variado un crecimiento de hasta un 13 %. se observa que la dosis de fibra de polipropileno se encuentra en un rango de 1.09 kg/m³ a 1.83 kg/m³ donde se aumentó la resistencia a la compresión de 258 kg/cm² a 286 kg/cm² habiendo variado un crecimiento de un 10 % del valor inicial. Liu, Jianhui y Jia, Yanmin, (2019), se observa que la dosis de fibra de polipropileno se encuentra en un rango de 1.50 kg/m³ a 4.50 kg/m³ donde se aumentó la resistencia a la compresión de 311 kg/cm² a 329 kg/cm² habiendo variado un crecimiento de 6 % del valor inicial. Por lo tanto, se observa que al añadir fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la compresión.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0 ya que al añadir fibra de polipropileno monofilamento aumenta su resistencia a la compresión mejorando sus propiedades mecánicas, se acepta la alterna H1.

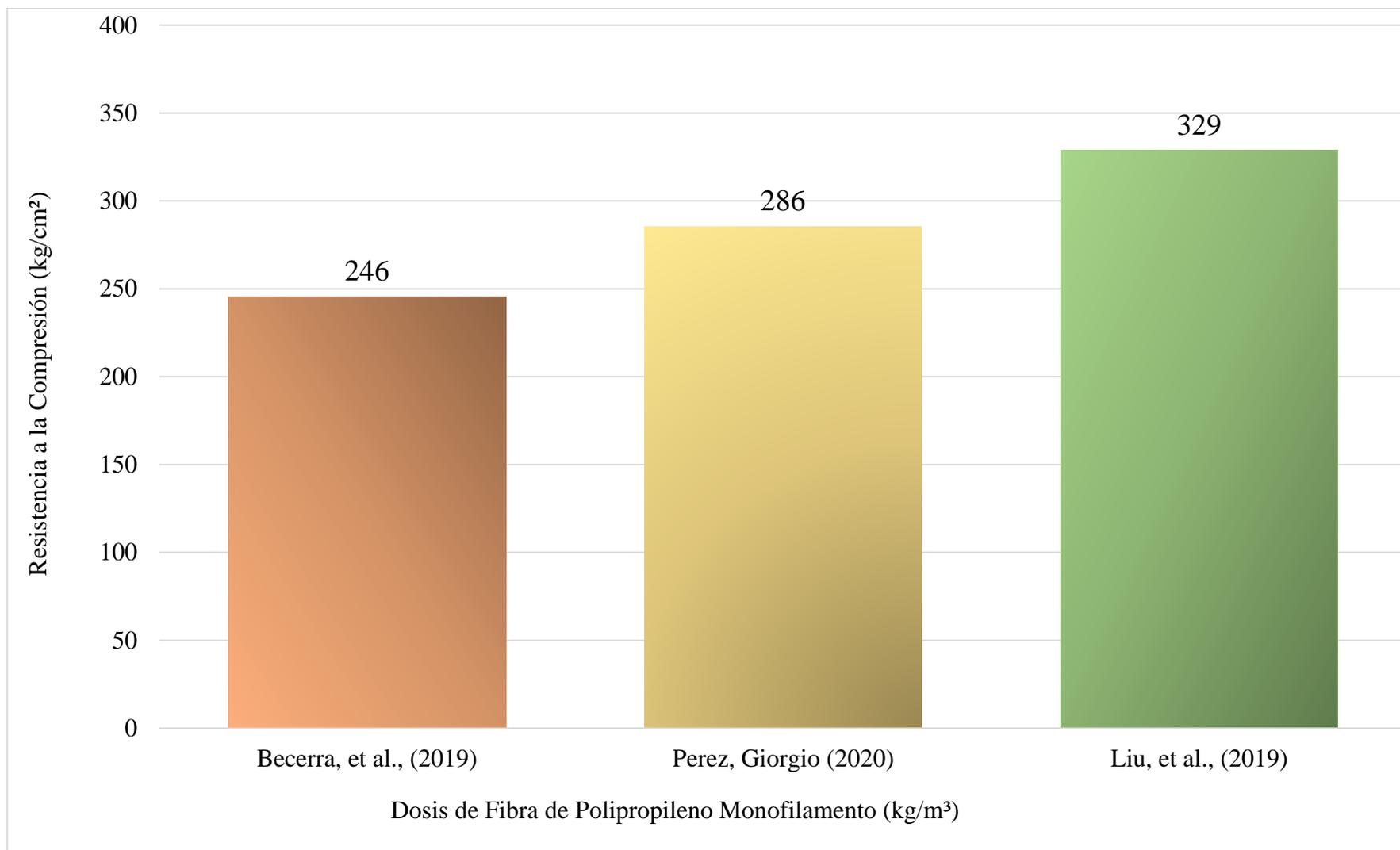


Figura 24. Resistencia a la compresión (kg/cm²) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³)

Fuente: Elaboración propia.

HIPÓTESIS 4 Al determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la flexión del concreto.

Para determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento y posteriormente verificar la resistencia a la flexión, se requieren los resultados de ensayos en los artículos y tesis de investigación.

Hipótesis auxiliar

H0: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento no aumenta la resistencia a la flexión del concreto.

H1: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento si aumenta la resistencia a la flexión del concreto.

Observación: Según la Figura 25, se observa que el ensayo de resistencia a la Flexión se midió de la siguiente manera obteniendo los diferentes resultados: Lopez J., (2014), se observa que la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra en un rango de 0.36 kg/m³ a 0.60 kg/m³ donde se aumentó la resistencia a la flexión de 37 kg/cm² a 38 kg/cm² habiendo variado un crecimiento de 3% respecto a la muestra patrón. Por otro lado, Giorgio, Pérez (2020), se observa que la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra en un rango de 1.09 kg/m³ a 1.82 kg/m³ donde se aumentó la resistencia a la flexión de 37 kg/cm² a 40 kg/cm² habiendo variado un crecimiento de 9%. Según Becerra y Delgado, (2019), se observa que la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra en un rango de 0.40 kg/m³ a 0.50 kg/m³ donde se aumentó la resistencia a la flexión de 35 kg/cm² a 36 kg/cm² habiendo variado un crecimiento de un 11%. Según Liu, Jianhui y Jia, Yanmin (2019). , se observa que la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra en un rango de 1.50 kg/m³ a 4.50 kg/m³ donde se aumentó la resistencia a la flexión de 62 kg/cm² a 73 kg/cm² habiendo variado un crecimiento de un 18%. Se observa que el aumento de polipropileno monofilamento aumenta la resistencia a la flexión.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0 ya que mejora la resistencia a la flexión conforme añaden más dosis de fibra de polipropileno monofilamento. Se acepta la hipótesis alterna H1.

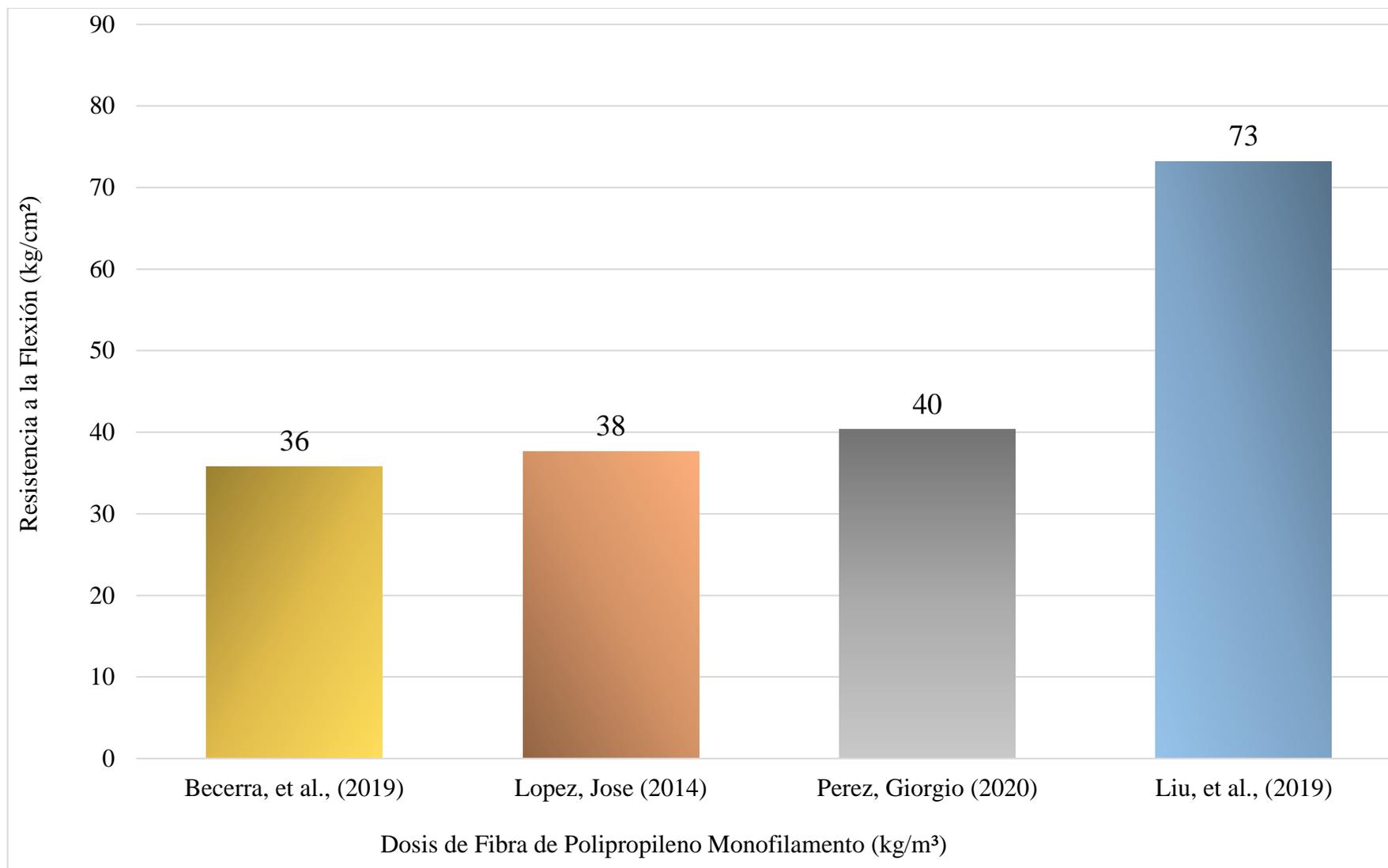


Figura 25. Resistencia a la flexión (kg/cm²) vs Dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³)

Fuente: Elaboración propia.

HIPOTESIS 5 Al determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento mejora la durabilidad del concreto.

Para determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento y posteriormente verificar la durabilidad del concreto, se requieren los resultados de ensayos en los artículos y tesis de investigación.

Hipótesis auxiliar

H0: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento no mejora la durabilidad del concreto.

H1: Al determinar la óptima dosificación de fibra polipropileno monofilamento si mejora la durabilidad del concreto.

Observación: Según la Figura 26, se observa que la durabilidad del concreto se midió con el ensayo de penetración de cloruro (mm) en forma descriptiva, obteniendo los diferentes resultados: Liu, Jianhui y Jia, Yanmin (2019). , se observa que la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra en un rango de 1.50 kg/m³ a 4.50 kg/m³ donde se disminuye la penetración de cloruro de 26 mm a 19.8 mm habiendo variado un una disminución de 24% respecto a la muestra inicial, Rashid, Muhammad (2020), se observa que la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se encuentra en un rango de 3.64 kg/m³ a 5.46 kg/m³ donde se disminuye la penetración de cloruro de 11.00 mm a 10.66 mm habiendo variado una disminución de 3%. Cabe mencionar que la disminución de la penetración de cloruro es favorable para el concreto ya que a menor absorción en la mezcla endurecida evitará que agentes externos puedan ingresar al elemento generando que puedan dañarla.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0, al añadir fibra de polipropileno monofilamento mejora la durabilidad del concreto, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna H1.

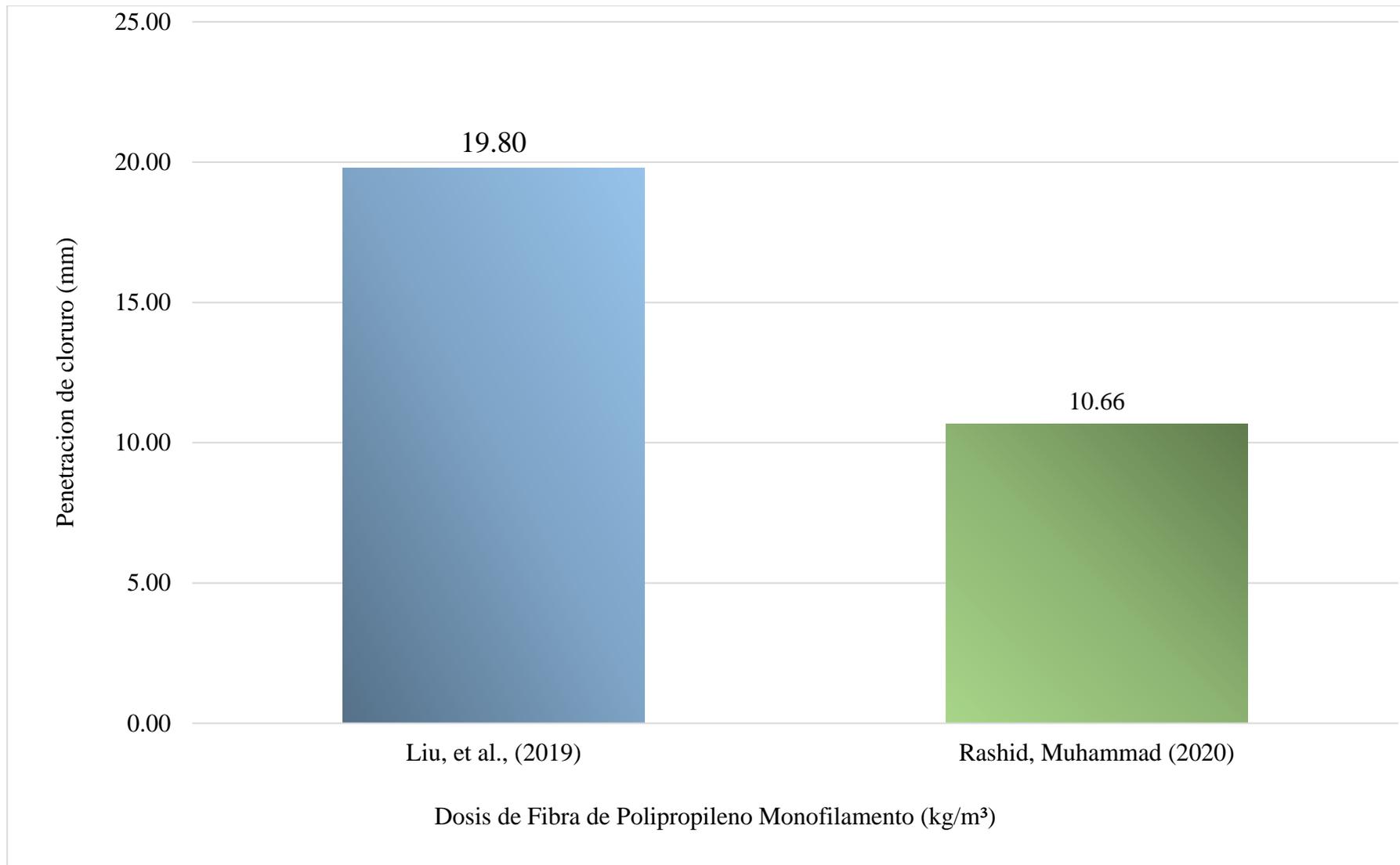


Figura 26. Penetración de cloruro (mm) vs dosis de fibra de polipropileno monofilamento (kg/m³).

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

En la investigación realizada se obtuvieron diferentes resultados con el objetivo de llegar a desarrollar las hipótesis propuestas, añadiendo dosis de fibra de polipropileno monofilamento al concreto donde se han observado diferentes reacciones, de las cuales han mejorado sus propiedades físicas y mecánicas del concreto. Según la Figura 22 observamos los diferentes resultados, donde el aumento de dosis de fibra de polipropileno monofilamento genera una disminución del asentamiento del concreto perdiendo la trabajabilidad de la mezcla, Carbajal y Gloria, (2020), se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 0.30 kg/m^3 y $0,35 \text{ kg/m}^3$ donde se obtiene asentamientos de 127 mm para ambos valores, teniendo una variación de 9% respecto a su muestra patrón. Abu, et al. , (2021) se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se añade 0.23 kg/m^3 , 0.46 kg/m^3 y $0,69 \text{ kg/m}^3$ donde se obtiene asentamientos de 77 mm, 64 mm y 62 mm respectivamente, observando que a mayor cantidad de fibra los valores de asentamiento se reducen hasta en un 24% respecto a su muestra patrón. Hasan, et al., (2019) se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se añade de 0.24 kg/m^3 , 0.47 kg/m^3 , 0.95 kg/m^3 , 1.11 kg/m^3 y 2.84 kg/m^3 donde se obtiene asentamientos de 30 mm, 30 mm, 15 mm ,15 mm y 8 mm respectivamente, observando que a mayor cantidad de fibra los valores de asentamiento se reducen, obteniendo una reducción de un 80%.

Con respecto a la Figura 23 correspondiente a los resultados de contracción plástica podemos decir, Armas, Cesar (2016), se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 0.20 kg/m^3 y $0,30 \text{ kg/m}^3$ donde se obtiene anchos de fibra de 1.00 mm y 0.80 mm respectivamente, obteniendo una variación de hasta un 56%. Ivala, Carlos (2018) se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 0.40 kg/m^3 , 0.70 kg/m^3 y 1.20 kg/m^3 donde se obtiene anchos de fibra de 0.13 mm, 0.12 mm y 0.10 mm respectivamente, obteniendo una variación de hasta un 50%, Carbajal y Gloria, (2020), se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 0.30 kg/m^3 y 0.35 kg/m^3 donde se obtiene anchos de fibra de 0.40 mm y 0.30 mm respectivamente, obteniendo una variación de hasta un 40%, viendo que a más cantidad de fibra el ancho de fisuras disminuye.

En la Figura 24 correspondiente a los resultados del ensayo de resistencia a la compresión podemos decir, Liu et al., (2019)., se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 1.50 kg/m^3 , 3.00 kg/m^3 y 4.50 kg/m^3 donde se obtiene resistencias

de 313 kg/cm², 318 kg/cm² y 329 kg/cm² respectivamente, donde aumenta la resistencia hasta un 6%. Giorgio, Perez (2020)., se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 1.09 kg/m³, 1.46 kg/m³ y 1.82 kg/m³ donde se obtiene resistencias de 263 kg/cm², 270 kg/cm² y 286 kg/cm² respectivamente, donde aumenta la resistencia hasta un 10%. Becerra y Delgado, (2019)., se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 0.40 kg/m³ y 0.50 kg/m³ donde se obtiene resistencias de 229 kg/cm² y 246 kg/cm² respectivamente, donde aumenta la resistencia hasta un 13%, donde observamos que al añadir mayor fibra de polipropileno monofilamento su resistencia aumenta.

En la Figura 25 correspondiente a los resultados del ensayo de resistencia a la flexión podemos decir, Lopez, Jose (2014), se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 0.36 kg/m³ y 0.60 kg/m³ donde se obtienen resistencias de 37 kg/cm² y 38 kg/cm² respectivamente, donde aumenta la resistencia hasta un 3%. Giorgio, Perez (2020)., se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 1.09 kg/m³, 1.46 kg/m³ y 1.82 kg/m³ donde se obtiene resistencias de 37 kg/cm², 38 kg/cm² y 40 kg/cm² respectivamente, donde aumenta la resistencia hasta un 9%. Becerra y Delgado, (2019), se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 0.40 kg/m³ y 0.50 kg/m³ donde se obtiene resistencias de 35 kg/cm² y 36 kg/cm² respectivamente, donde aumenta la resistencia hasta un 11%, Liu, et al., (2019)., se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 1.50 kg/m³, 3.00 kg/m³ y 4.50 kg/m³ donde se obtiene resistencias de 66 kg/cm², 68 kg/cm² y 73 kg/cm² respectivamente, obteniendo en la resistencia un crecimiento hasta en un 18%, donde observamos que al añadir mayor fibra de polipropileno monofilamento los resultados de la resistencia a la flexión aumenta.

Finalmente en la figura 26 se cuenta con los resultados obtenidos del ensayo de penetración de cloruro (mm) se muestra lo siguiente, Rashid, Muhammad (2020)., se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 3.64 kg/m³ y 5.46 kg/m³ donde se obtiene una penetración de cloruro de 10.89 mm y 10.66 mm respectivamente, obteniendo una disminución de hasta en un 3%, Liu, et al., (2019)., se observa que para la dosis de fibra de polipropileno monofilamento se tiene 1.50 kg/m³, 3.00 kg/m³, 4.50 kg/m³ donde se obtiene una penetración de cloruro de 23 mm, 21 mm, 20 mm respectivamente, obteniendo una disminución de hasta en un 24%, donde se observa que al aumentar la cantidad de fibra de polipropileno monofilamento disminuye la penetración de cloruro mejorando las propiedades de la mezcla.

CONCLUSIONES

1. Los resultados concluyeron la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto, la adición de fibra de polipropileno monofilamento no aporta una mejora en la trabajabilidad, donde se observa la disminución de 127 mm a 8 mm con adición de fibra de 0.35 kg/m³ y 2.84 kg/m³, la reducción de fisura de contracción plástica mejoró con la adición de fibra de 0.30 kg/m³ a 1.20 kg/m³ el ancho de fisura disminuyó desde 0.80 mm a 0.10 mm, la resistencia de compresión mejoró desde 246 kg/cm² a 329 kg/cm² con dosis de 0.5 kg/m³ a 4.5 kg/m³, la resistencia de flexión mejoró desde 36 kg/cm² a 73 kg/cm² con la adición de fibra 0.50 kg/m³ a 4.50 kg/m³ y respecto a la durabilidad la adición de fibra mejora la resistencia a la penetración de cloruro, donde se vio una disminución de profundidad de 19.80 mm y 10.66 mm con las dosis de 4.50 kg/m³ y 5.46 kg/m³.
2. Para el presente trabajo de investigación, se concluyó que la adición de fibra de polipropileno monofilamento disminuyó el asentamiento generando menor trabajabilidad al concreto teniendo en cuenta las normas ASTM C143 y NTP 339.035 , variando los valores respecto al uso de agregados y aditivos como, por ejemplo, superplastificantes; lograron controlar dicha disminución de pérdida de trabajabilidad, sin embargo los resultados del ensayo de asentamiento obtenidos fueron desde 127 mm, 62 mm, 8 mm con una adición de dosis de 0.35 kg/m³, 0.69 kg/m³, 2.84 kg/m³ y con una disminución de hasta un 9%, 24% y 80% siendo estos los valores favorables por investigación estudiada respectivamente ; de los artículos estudiados siguen presentando valores no favorables ya que mientras se va añadiendo más fibra de polipropileno disminuye gradualmente la consistencia de la mezcla pasando de fluida a seca.
3. Según los artículos estudiados, la aparición de fisuras con espesores variables es perjudicial para el concreto estructural, ya que generan un elemento de poca resistencia y calidad, la adición de fibra de polipropileno monofilamento ayudó a la contracción plástica disminuyendo el ancho de fisura, ya que las fibras se distribuyeron alrededor de todo el concreto reduciendo la aparición de vacíos que existen en la mezcla. Las dosis más óptimas investigadas fueron de con una reducción de ancho de fisura de 0.80 mm, 0.30 mm, 0.10 mm con una adición de

dosis de 0.3 kg/m³, 0.35 kg/m³, 1.2 kg/m³ y con un aumento de 56%, 40% y 50% respectivamente.

4. Los valores obtenidos del ensayo a la resistencia a la compresión aumentaron, respetando los criterios según las normas ASTM C39 y NTP 339.034, las dosis de fibra de polipropileno monofilamento más óptimas obtenidas fueron 0.50 kg/m³, 1.82 kg/m³, 4.50 kg/m³ un aumento de resistencia a la compresión de 246 kg/cm², 286 kg/cm², 329 kg/cm² y con un aumento de 6 %, 10 % y 13 % respectivamente.
5. Los valores obtenidos del ensayo a la resistencia a la flexión aumentaron, según las indicaciones de las normas ASTM C78.02 y NTP 339.035, las dosis de fibra de polipropileno monofilamento más óptimas fueron 0.5 kg/m³, 0.6 kg/m³, 1.82 kg/m³ un aumento de resistencia a la compresión de 36 kg/cm², 38 kg/cm², 40 kg/cm² y con un aumento de 9 %, 11 % y 13% respectivamente.
6. En la presente investigación se estudió los valores de la durabilidad del concreto con el ensayo de penetración de cloruro, los resultados obtenidos del ensayo tomando en consideración la norma ASTM C1202 que se refiere a la penetración de fluidos; los valores más óptimos se encontraron entre un rango de 4.50 kg/m³, 5.46 kg/m³, disminuyendo hasta 19.80 mm, 10.66 mm con una disminución porcentual de 24% y 3% siendo estos los valores máximos del ensayo de penetración de cloruro.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere respecto a la conclusión 2, no exceder la dosis de fibra de polipropileno monofilamento ya que genera un impacto negativo en el concreto, por lo que es importante realizar ensayos en el concreto fresco, para poder controlar la trabajabilidad
2. Se sugiere respecto a la conclusión 3, el uso de fibra de polipropileno monofilamento en el rango de 0.30 kg/m^3 a 1.20 kg/m^3 , para disminuir los anchos de fisura por contracción plástica, por otro lado, la sobredosificación de fibra puede ocasionar efectos desfavorables a la mezcla de concreto.
3. Se sugiere respecto a la conclusión 4, para tener una considerable resistencia a la compresión la dosis estaría en un rango de 0.50 kg/m^3 a 4.50 kg/m^3 de fibra de polipropileno monofilamento, como también no exceder del valor máximo del rango ya que al pasar la región de confinamiento genera una disminución de adherencia y la resistencia a la compresión comienza a disminuir gradualmente.
4. Se sugiere respecto a la conclusión 5, el uso de fibra de polipropileno monofilamento en un rango de 0.50 kg/m^3 a 4.50 kg/m^3 ya que aumenta la resistencia a la flexión, como también no sobre dosificar la dosis de fibra ya que al pasar la región de confinamiento genera una disminución de adherencia y la resistencia a la flexión comienza a disminuir gradualmente.
5. Respecto a la conclusión 6 se sugiere el uso de fibra de polipropileno monofilamento en el rango de 4.50 kg/m^3 y 5.40 kg/m^3 para reducir la penetración de cloruro, por otro lado, es de vital importancia realizar ensayos en estado endurecido para poder encontrar un diseño final.
6. Se recomienda desarrollar estudios experimentales relacionados con el tema investigado, considerando la aplicación de otros aditivos, agregados cementos de diferentes tipos y tamaños, buscar las mezclas óptimas enfocados en diferentes contextos donde se desarrolle problemas según climas, zona etc., para así mejorar la durabilidad del concreto, su resistencia y trabajabilidad, desempeñando soluciones para problemas que se vayan generando en el proceso de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2018). *Tecnología del Concreto (Teoría y problemas)*. Lima: "San Marcos".
- Abdullah, Z., & Afzal, H. y. (2019). *Durability and strength characteristics of high-strength concrete incorporated with volcanic pumice powder and polypropylene fibers*. *Journal of Materials Research and Technology*.
- Abu, M., Saif, H., Imtiaz, U., Manjur, E., Habibur, S., & Vivian, T. y. (2020). Assessing the influence of fly ash and polypropylene fiber on fresh, mechanical and durability properties of concrete. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*.
- Abu, M., Saif, H., Imtiaz, U., Manjur, E., Habibur, S., & Vivian, T. y. (2021). Assessing the influence of fly ash and polypropylene fiber on fresh, mechanical and durability properties of concrete. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*.
- ACI, Institute American Concrete. (2015). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural 308R*. Estados Unidos.
- Altalabani, D., & Bzeni, D. y. (2020). *Mechanical properties and load deflection relationship of polypropylene fiber reinforced self-compacting lightweight concrete*. *Construction and Building Materials*.
- Altalabani, D., Bzeni, D., & Linsel, S. (2020). Mechanical properties and load deflection relationship of polypropylene fiber reinforced self-compacting lightweight concrete. *Construction and Building Materials*.
- Armas, C. (2016). Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. Obtenido de Revista Científica INGENIERIA: CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/436>
- ASTM. (2005). *American Society for Testing and Materials*. Estados Unidos.
- Avila, D., & Jimenez, L. (2020). Características del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con el agregado global "Roca cuarcita" de la cantera El Inca y Cemento Portland tipo "Mse Ico" del centro Poblado Santa Clara de Tulpo – Santiago de Chuco. Obtenido de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO : <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7020>
- Ayunque, E. (2019). Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3178>
- Becerra, D., & Delgado, E. (2019). Diseño de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fibras de polipropileno para una edificación de 5 pisos, Tarapoto 2019. Obtenido de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46053>

- Benavides, W., & Gonzales, L. (2012). *Fibras de Polipropileno para reforzamiento de matrices cementales*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10765/luisoctaviogonzalezalcedo.2012.2_Parte1.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Carbajal, K., & Gloria, P. (2020). Estudio comparativo de la fisuración del concreto por retracción plástica con aditivos incorporadores de aire vs fibra de polipropileno. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/11419>
- Cervantes, A. (2019). Caracterización mecánica del concreto hidráulico usando fibras de polipropileno para la resistencia a la compresión.. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN": <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4685>
- Chavarry Vallejos, C. M., Chavarría Reyes, L. J., Valencia Gutiérrez, A. A., Pereyra Salardi, E., Arieta Padilla, J. P., & Rengifo Salazar, C. A. (2020). Hormigón reforzado con vidrio molido para controlar grietas y fisuras por contracción plástica. Obtenido de <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss31.2020pp31-41>
- Condor, S., & Pariona, K. (2019). Análisis comparativo de la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ elaborado con piedra chancada y canto rodado en la ciudad de Huancavelica - 2018". Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2778/TESIS-2019-ING.%20CIVIL-CONDOR%20VARGAS%20Y%20PARIONA%20UCHUYPOMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuenca, E., & Rodriguez, S. (2018). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018*. Obtenido de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31442>
- Deb, S., Nilanjan, M., & Majumder, S. y. (2018). Improvement in tensile and flexural ductility with the addition of different types of polypropylene fibers in cementitious composites. *Construction and Building Materials*.
- Donini, H., & Orler, R. (2016). *Análisis de las patologías en las estructuras de hormigón armado*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Diseño Editorial. Obtenido de <https://www.bibliotechnia.com.mx/portal/visor/web/visor.php>
- E-060. (2009). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES E060*. Lima.
- Eidan, J., Rasoolan, & Rezaeian, A. y. (2019). Residual mechanical properties of polypropylene fiber-reinforced concrete after heating. *Construction and Building Materials*.
- Eidan, J., Rasoolan, & Rezaeian, A. y. (2019). Residual mechanical properties of polypropylene fiber-reinforced concrete after heating. *Construction and Building Materials*.

- Giorgio, P. (2020). Control de fisuras en vigas de concreto armado adicionando fibras de polipropileno en el A.H 12 de Octubre, SMP – 2020. Obtenido de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59787>
- Hakan, S., & Gulsah, S. (2019). Efecto de la adición de fibra de polipropileno sobre las propiedades térmicas y mecánicas del hormigón. *Research on Engineering Structures & Materials* , 5.
- Harmsen, T. (2005). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO*. Lima: Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hasan, A., & Maroof, N. y. (2019). Effects of Polypropylene Fiber Content on Strength and Workability Properties of Concrete. *Polytechnic Journal*.
- Hernandez, D., & Leon, D. (2017). Estudio de concreto adicionado con fibras de polipropileno o sintéticas al 2%. Obtenido de Universidad CATÓLICA de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15016>
- IDOC PUB. (Diciembre de 2019). Obtenido de <https://idoc.pub/documents/propiedades-fisicas-y-mecanicas-del-concreto-armado-34wmpp339j17>
- Intor, C. (2015). Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175$ kg/cm² con fibras de polipropileno. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1537>
- Isidro, G. (2017). Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto f'_c 210 kg/cm². Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3842>
- Islam, G. y. (2016). Evaluating Plastic Shrinkage And Permeability Of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete. *International Journal of Sustainable Built Environment*.
- Ivala, C. (2018). *Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia $F'C=210$ KG/CM² Y $F'C=245$ KG/CM² en la ciudad de Huancayo 2017*. Obtenido de Universidad Continental: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4899>
- Kheyronddin, A., Arshadi, H., Ahadi, M., Taban, G., & Kioumars, M. (2021). *The impact resistance of Fiber- Reinforced concrete with polypropylene fibers and GFRP wrapping*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214785321011780?token=313A8CCBCE9AA84637D14F92804C31A648A009A7D4E37341DF815F0605CC0627667047E37512BD8B22BBE8892EB7B59D&originRegion=us-east-1&originCreation=20210526014610>
- Lima, D. (2017). Aplicación de la fibra de polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 280$ kg/cm² distrito carabaylo, lima - 2017. Obtenido de Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23114>

- Liu, J. y. (2019). Experimental Study on Mechanical and Durability Properties of Glass and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete . *Fibers and Polymers* .
- Lopez, J. (2014). Propiedades mecánicas del concreto modificado a base de fibras de nylon y polipropileno para su uso en elementos estructurales. Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1393855>
- Lopez, J. (2015). Analisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo de consumo de fibra de acero. Obtenido de UNIVERSIDAD ATUNOMA DE MÉXICO: <https://repositorio.unam.mx/contenidos?&q=fibra%20de%20polipropileno%20concreto>
- Manzano, J. (2014). Evaluación del efecto en la contracción del concreto con fibras estructurales de polipropileno. Obtenido de Pontifica Universidad JAVERIANA Bogota: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/15064>
- Mendizabal, L. (2019). Fibra de polipropileno y las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto F'C = 210 KG/CM2. Obtenido de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56237>
- Mezher, T., & Hiswa, A. y. (2020). Improvement of Mechanical Properties of Concrete by Using Polypropylene Fibers and Admixture. *Defect and Diffusion Forum*.
- OSORIO, J. (2020). *360 en concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/category/innovacion-y-tendencias/concreto-premezclado-nueva-ola-de-construccion>
- Quiminet*. (Febrero de 2012). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-la-fibra-de-polipropileno-en-el-concreto-2678410.htm>
- Quintero, L., Herrera, J., Corzo, L., & Garcia, J. (2011). RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA POROSIDAD DEL CONCRETO EVALUADA A PARTIR DE PARÁMETROS ULTRASÓNICOS. *ION*, 70.
- Quispe, I., & Ticona, E. (2017). Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable f'c = 210 kg/cm². Obtenido de Universidad Peruana Union: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/947>
- Ramos, N. (2019). Analisis Comparativo del comportamiento mecanico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2875>
- Rashid, M. (2020). Experimental investigation on durability characteristics of steel and polypropylene fiber reinforced concrete exposed to natural weathering action. *Construction and Building Materials*.
- Rivera, L. (2015). ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN LA UNIÓN DE CONCRETO NUEVO Y ENDURECIDO TRATADA. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/1273>

- Rodriguez, A., & Rodriguez, P. (2019). "EFECTO DEL VIDRIO MOLIDO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, TRUJILLO 2019". Obtenido de UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/188>
- Sika. (2012). Fibras de polipropileno monofilamento para el refuerzo de hormigones y morteros. *SikaFiber M-12*, 123-125.
- Smarzewski, P. (2018). Flexural Toughness Of High-Performance Concrete With Basalt And Polypropylene Short Fibres. *Advance in Civil Engineering*.
- Valero Galarza, J. F. (2015). INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPRÓPILENO EN LA FISURACION ASOCIADAS A LA RETRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO, HUANCAYO 2014.
- Wang, C., & Guo, Z. y. (2020). Influence of the Fiber Volume Content on the Durability-Related Properties of Polypropylene-Fiber-Reinforced Concrete. *Sustainability*.
- Wang, C., Guo, Z., & Niu, D. (2020). Influence of the Fiber Volume Content on the Durability-Related Properties of Polypropylene-Fiber-Reinforced Concrete. *Sustainability*.
- Wilmer, C. (2018). EFECTO DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA CONCRETOS DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DE 210 KG/CM² Y 280 KG/CM² ELABORADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE COCHAMARCA – PASCO. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/329/1/T026_46108687_T.pdf
- Yasna, H. (19 de Octubre de 2017). *Evaluación de parámetros incidentes en la respuesta post agrietamiento del hormigón proyectado reforzado con fibras de polipropileno*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE CHILE: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/148537>
- Zeyad, A. M., HusainKhan, A., & Tayeh, B. A. (2019). Durability and strength characteristics of high-strength concrete incorporated with volcanic pumice powder and polypropylene fibers. *Journal of Materials Research and Technology*.
- Zhu, Y., & Yanmin, J. (2021). *Mechanical properties and microstructure of glass fiber and polypropylene fiber reinforced concrete: An experimental study*. Obtenido de Construction and Building Materials: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006182033052X>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente	Indicadores	Método
¿En qué medida la fibra de polipropileno monofilamento influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?	Determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, según las normas utilizadas en las bibliografías consultadas.	Al determinar la dosis de fibra de polipropileno monofilamento mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto.	Fibra de polipropileno monofilamento	Geometría y cantidad de fibra	La investigación es bibliográfica, documental según las tesis revisadas y consultadas:
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente		
a) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la trabajabilidad del concreto?	a) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la trabajabilidad del concreto.	a) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento se aumenta la trabajabilidad del concreto.		Trabajabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • El método fue deductivo, aplicada, cuantitativo y retro electivo. • El tipo: correlacionar descriptivo, cuantitativo. • El nivel: Descriptivo
b) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para reducir las fisuras por contracción plástica?	b) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para reducir las grietas por contracción plástica.	b) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento se reduce las fisuras por contracción plástica.	Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Contracción plástica	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño: Experimental, longitudinal y retrospectivo.
c) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno	c) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento	c) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento		Resistencia a la compresión	

monofilamento para aumentar la resistencia a la compresión del concreto?	para aumentar la resistencia a la compresión del concreto.	se aumenta la resistencia a la compresión del concreto.	
d) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la flexión del concreto?	d) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la resistencia a la flexión del concreto.	d) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento se aumenta la resistencia a flexión del concreto.	Flexión
e) ¿Cuál es la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la durabilidad del concreto?	e) Determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para aumentar la durabilidad del concreto.	e) Al determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento se aumenta la durabilidad del concreto.	Durabilidad

Fuente: Elaboración propia