



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Determinación de la resistencia residual de pavimentos rígidos  
reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar y caña  
guadua, Lima 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Meza Quispe, Arthur Pierre Stefano (ORCID: 0000-0002-9848-9400)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente investigación a mis padres Irma Quispe Onofre, Arturo Meza Arrieta y a mi tía Rosario Quispe Onofre, quienes me brindaron una educación basada en principios de perseverancia, honestidad y solidaridad, me enseñaron que no hay sueño tan grande ni soñador tan pequeño y que el objetivo del desarrollo de cada proyecto es el bien común para el desarrollo de la sociedad.

Por la inmensa gratitud que tengo hacia ellos y a dios por bendecirme con su presencia, les dedico esta investigación, que representa el resultado de mi desarrollo como profesional y ser humanos aplicando los valores que ellos infundieron en mí y el conocimiento adquirido en esta excelente institución.

## **AGRADECIMIENTO**

Presento sinceramente mi total gratitud frente a todas las personas que han estado presentes durante el desarrollo de mi carrera universitaria hasta la obtención titulación.

A mi padre Arturo Meza Arrieta, mi madre Irma Quispe Onofre, mi hermano Haziel Meza Quispe, mi tía Rosario Quispe Onofre, mi tío Juan Meza Arrieta, colegas y profesores por brindarme su incondicional apoyo y enseñarme que en esta vida el esfuerzo es necesario para conocer el significado de una victoria, pero que los principios son la clave para aprender a reconocer la enseñanza tras una derrota.

A todos ellos, mi total gratitud.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cantidad de ensayos a compresión de cada fibra</i>	18
<i>Tabla 2. Cantidad de ensayos a flexión de cada fibra</i>	19
<i>Tabla 3. Aporte Unitario de Fibra de Maguey</i>	47
<i>Tabla 4. Análisis de precio unitario por kilogramo de fibra de maguey</i>	47
<i>Tabla 5. Aporte Unitario de Fibra de Bagazo de Caña de Azúcar</i>	47
<i>Tabla 6. Análisis de precio unitario por Kg. de fibra de BCA</i>	48
<i>Tabla 7. Análisis de precio unitario por metro cúbico de concreto patrón</i>	48
<i>Tabla 8. Análisis de precio unitario por m<sup>3</sup> de concreto con fibra de maguey</i>	49
<i>Tabla 9. Análisis de precio unitario por m<sup>3</sup> de concreto con FBCA</i>	50

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<i>Figura 1. Gráfico Resistencia a la Flexión del C. Patrón vs. Fibra de Maguey</i>	25
<i>Figura 2. Gráfico Resistencia a la Flexión con F. de Maguey a los 7 días</i>	26
<i>Figura 3. Gráfico Resistencia a la Flexión con F. de Maguey a los 14 días</i>	27
<i>Figura 4. Gráfico Resistencia a la Flexión con F. de Maguey a los 28 días</i>	28
<i>Figura 5. Gráfico Resistencia a la Flexión del C. Patrón vs. FBCA</i>	29
<i>Figura 6. Gráfico Resistencia a la Flexión con FBCA a los 7 días</i>	30
<i>Figura 7. Gráfico Resistencia a la Flexión con FBCA a los 14 días</i>	31
<i>Figura 8. Gráfico Resistencia a la Flexión con FBCA a los 28 días</i>	32
<i>Figura 9. Gráfico Resistencia a la Compresión del C. Patrón vs. F. de Maguey</i>	33
<i>Figura 10. Gráfico Resistencia a la Compresión con F. de Maguey a los 7 días</i>	34
<i>Figura 11. Gráfico Resistencia a la Compresión con F. de Maguey a los 14 días</i>	35
<i>Figura 12. Gráfico Resistencia a la Compresión con F. de Maguey a los 28 días</i>	36
<i>Figura 13. Gráfico Resistencia a la Compresión del C. Patrón vs. FBCA</i>	37
<i>Figura 14. Gráfico Resistencia a la Compresión con FBCA a los 7 días</i>	38
<i>Figura 15. Gráfico Resistencia a la Compresión con FBCA a los 14 días</i>	39
<i>Figura 16. Gráfico Resistencia a la Compresión con FBCA a los 28 días</i>	41
<i>Figura 17: Gráfico Datos Finales R. a Flexión con FM a 7, 14 y 28 días</i>	42
<i>Figura 18: Gráfico Datos Finales R. a Flexión con FBCA a 7, 14 y 28 días</i>	42
<i>Figura 19: Gráfico Datos Finales R. a Compresión con FM a 7, 14 y 28 días</i>	43
<i>Figura 20: Gráfico Datos Finales R. a Compresión con FBCA a 7, 14 y 28 días</i>	44
<i>Figura 21: Cuadro Diseño de Mezcla de Concreto f'c:210kg/cm<sup>2</sup>, L. M. Walker</i>	45
<i>Figura 22: Cuadro Corrección por factor humedad al diseño de mezcla patrón</i>	46
<i>Figura 23: Gráfico Precios por m<sup>3</sup> de concreto con FM y FBCA (0.05%)</i>	50

## RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue dar conocimiento sobre la utilización de materiales de origen natural en forma de fibras para mejorar características del concreto aplicado en pavimentos rígidos, teniendo en cuenta de que en el entorno actual la aplicación de esta tecnología renovable no es muy común por falta de estudios y ayudaría significativamente a disminuir la contaminación hacia el medio ambiente.

Esta investigación se desarrolló con el único fin de mejorar las características mecánicas del concreto utilizado en pavimentos rígidos de bajo tránsito incorporándole fibras naturales, así mismo, se desarrolló comparaciones frente al concreto convencional y una evaluación de la relación costo-beneficio del concreto fibroreforzado, para ello, se utilizó como referencia una tesis publicada.

La investigación de referencia utilizó una metodología experimental donde desarrollo ensayos de resistencia a la compresión y flexión en edades de 7, 14 y 28 días respectivamente incorporando materiales naturales en forma de fibra a un concreto patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , ello se desarrolló con dosificaciones de 0.1%, 0.5% y 1%.

Finalmente, con los resultados obtenidos gracias al método de análisis documental se identificó que es factible el uso de estos materiales de origen natural en pavimentos rígidos ya que tiene un costo mínimo frente a al beneficio que representan y se sugirió que se empleen más estudios que fomenten la aplicación de esta tecnología renovable.

**Palabras clave:** Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, fibras naturales, propiedades mecánicas.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to provide knowledge on the use of materials of natural origin in the form of fibers to improve characteristics of concrete applied in rigid pavements, taking into account that in the current environment the application of this renewable technology is not very common. due to lack of studies and would significantly help reduce pollution to the environment.

This research was developed with the sole purpose of improving the mechanical characteristics of concrete used in low traffic rigid pavements by incorporating natural fibers, likewise, comparisons with conventional concrete and an evaluation of the cost-benefit relationship of fiber-reinforced concrete were developed, to Therefore, a published thesis was used as a reference.

The reference research used an experimental methodology where he developed compressive and flexural strength tests at ages of 7, 14 and 28 days respectively, incorporating natural materials in the form of fiber to a concrete standard of  $f'c = 210\text{kg / cm}^2$ , this was development with dosages of 0.1%, 0.5% and 1%.

Finally, with the results obtained thanks to the documentary analysis method, it was identified that the use of these materials of natural origin in rigid pavements is feasible since it has a minimal cost compared to the benefit they represent and it was suggested that more studies be used that promote the application of this renewable technology.

**Keywords:** Compressive strength, flexural strength, natural fibers, mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

Simultáneamente con el desarrollo de nuestra civilización, la ciencia se ha encontrado siempre en la búsqueda del desarrollo de tecnología que aporte al desarrollo sostenible de la sociedad, dicho desarrollo se basa en satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.<sup>1</sup> Así mismo, el ser humano ha identificado una irremplazable relación entre el cuidado del ecosistema y la cobertura de las necesidades esenciales de toda forma de vida. Debido a ello, el ser humano desarrolló una conciencia ecológica, la cual consta en desarrollar una interacción sostenible con su ecosistema.<sup>2</sup>

Así mismo, en la industria de la construcción se han identificado materiales naturales que presentan beneficios adicionales cuyo uso tiende a disminuir la huella de carbono, la cual, se representa como la sumatoria de todos los gases de efecto invernadero emitidos por personas, productos, fabricas u organizaciones, estas pueden identificarse como emisiones directas e indirectas y representa una herramienta para identificar íntegramente el impacto ambiental generado por procesos y servicios.<sup>3</sup> De la mismo forma, se identificó la integración de la conciencia ecológica en la industria de la construcción, dando a conocer como el resultado de su combinación a la construcción sostenible, la cual se representa como el enfoque holístico que establece un proyecto para fomentar el bienestar humano y del medio ambiente, cuyo objetivo se desarrolla mediante la aplicación de principios como: reducir, reusar, reciclar, proteger la naturaleza, eliminar materiales tóxicos, reducir los costos en ciclos de vida y cumplir con la integridad de la edificación.<sup>4</sup>

Las vías de transporte terrestre han sido siempre uno de los pilares esenciales para el desarrollo social, económico y cultural de nuestra civilización. Así mismo, se observó que en el desarrollo de los proyectos viales se han venido aplicando diferentes tipos tecnologías para la mejora de características del concreto, en caso de pavimentos rígidos. También, se pudo identificar como una de las tecnologías más eficientes a la integración de fibras. De estas últimas, se identificó que provienen de origen artificial y natural, y pueden agregar una nueva característica al concreto, la resistencia residual. Dicha característica está determinada por la

capacidad que presenta un elemento estructural fibroreforzado, el cual puede continuar absorbiendo o distribuyendo esfuerzos sin perder completamente su integridad hasta su colapso total<sup>5</sup>, la cual en el caso de sismos se presenta como un procedimiento de fallas de largo plazo que permite la evacuación en casos de emergencia y no un colapso inminente.

Así mismo, en el ámbito internacional se han desarrollado estudios sobre el concreto fibroreforzado con materiales de diferentes tipos de origen, los cuales adicionaron al concreto una mayor capacidad de resistencia y un comportamiento residual. Por ese motivo, países como Colombia y Ecuador se han identificado resultados en los cuales se demostró que el concreto adquiere un comportamiento residual al ser reforzado con fibras de guadua, cáñamo y bagazo de caña de azúcar respectivamente. Por otra parte, cabe resaltar que en nuestro país se han identificado diversos casos de falla de pavimentos rígidos, ya sea a nivel estructural o por el tema de vida útil. Por ello, en los departamentos de Lima, Ancash y Arequipa se desarrollaron estudios donde mejoraron el comportamiento residual del concreto basándose en fibras naturales de yute, penca y maguey respectivamente.

Así mismo, en el distrito de Chorrillos se han identificado tramos de pavimento rígido los cuales en un futuro requerirán un mantenimiento. Así mismo, con el enfoque de precaución ante el deterioro por desgaste o posibles eventos sísmicos que representen la inutilización de vías de evacuación, se desarrolló esta investigación.

El presente estudio identificó como alternativas de origen natural a la fibra de bagazo de caña de azúcar y fibra de maguey debido a su accesibilidad, se evaluó la interacción entre estas fibras y las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de una mezcla de concreto, y se evaluó los resultados proyectando su aplicación en pavimentos rígidos. Así mismo, se identificó una relación costo-beneficio válida y fomentó la aplicación de la construcción sostenible.

Problema general:

¿Cuánto influye la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar y maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?

Los problemas específicos de esta investigación son:

- ✓ ¿Cuánto de la fibra de bagazo de caña de azúcar a incorporar determina una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?
- ✓ ¿Cuánto de la fibra de maguey a incorporar determina una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?
- ✓ ¿Cuánto de la fibra de bagazo de caña de azúcar a incorporar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?
- ✓ ¿Cuánto de la fibra de maguey a incorporar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?

La presente investigación posee justificación en los aspectos social, ambiental, económico, teórico. Debido a que, implementó de la tecnología natural para fomentar la construcción sostenible. También, se identificó la mejor relación costo-beneficio para la elaboración de un concreto fibroreforzado para pavimento rígido basado en los puntos de análisis determinados, se aplicó el conocimiento teórico de estudios verídicos para el desarrollo de conocimiento práctico. Así mismo, se identificó como propósito de este estudio, el análisis de la interacción entre la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar y maguey, en dosificaciones de (0.05%, 0.25% y 0.45%), y las propiedades mecánicas del concreto de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , mediante la aplicación y cumplimiento de las normativas vigentes (MTC E704, NTP 339.034, ASTM C39-39M-2005(método del ensayo a compresión), AASHTO T22-2005(pavimento rígido), MTC E711, NTP 339.059, ASTM C42 (método de ensayo en vigas) y AASHTO T24 (vigas aserradas de concreto)).

Hipótesis general:

La incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar y maguey generan una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

Las hipótesis específicas de esta investigación son:

- ✓ La dosificación incorporada de fibras de bagazo de caña de azúcar influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.
- ✓ La dosificación incorporada de fibras de maguey influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

- ✓ La dosificación incorporada de fibras de bagazo de caña de azúcar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.
- ✓ La dosificación incorporada de fibras de maguey representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

Objetivo general:

Identificar cuanto influye la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar y maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- ✓ Analizar el efecto originado por la dosificación a incorporar de fibra de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.
- ✓ Analizar el efecto originado por la dosificación a incorporar de fibra de maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.
- ✓ Identificar la mejor relación costo-beneficio de la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.
- ✓ Identificar la mejor relación costo-beneficio de la incorporación de fibras de maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

## II. MARCO TEÓRICO

Gonzales (2019), en su investigación titulada “*Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019*”, de la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo de su estudio el análisis de las fibras para el concreto de un pavimento al identificar su resistencia residual mediante el ensayo de flexión. Fue una investigación de tipo aplicada, la población de estudio fue las vigas prismáticas de concreto hidráulico en el laboratorio de la UNI, su muestra se conformó por doce vigas prismáticas de concreto hidráulico (tres de concreto patrón, tres con macrofibra sintética estructural virgen, tres con macrofibra sintética estructural reciclada y tres con fibra de yute), su técnica de muestreo se definió como no probabilístico, los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los principales resultados fueron  $4.04 \text{ N/mm}^2$  (sin resistencia residual a los 14 días),  $3.5 \text{ N/mm}^2$  (resistencia residual de 0.45 Mpa a los 21 días),  $3.69 \text{ N/mm}^2$  (resistencia residual de 0.55 Mpa a los 28 días) utilizando una adición de  $8 \text{ kg/m}^3$  de fibra de yute. Así mismo, se concluyó que la fibra de yute aporta una baja resistencia residual, pero puede usarse en pavimentos de bajo tránsito para el control de fisuras y aumentar su vida útil.<sup>6</sup>

Herrera y Polo (2017), en su investigación titulada “*Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica*”, de la Universidad Católica de Santa María, tuvo como objetivo analizar las propiedades mecánicas de un concreto adicionando fibras naturales y sintéticas, proyectado para el control de fisuras por retracción plástica. Fue una investigación de tipo aplicada y su población de estudio fueron testigos cilíndricos de concreto y vigas prismáticas de concreto, su muestra se conformó por testigos de concreto, vigas prismáticas y losas macizas Walker (204 especímenes), su técnica de muestreo se definió como no probabilístico, los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los principales resultados fueron 269.5, 277.89, 220.52, 123.03 ( $\text{kg/cm}^2$  a los 28 días del concreto patrón, CFCA al 0.1%, CFCA al 0.5% y CFCA al 1% respectivamente del tamiz N°8) según el ensayo a compresión; 37.41, 36.97, 32.81, 25.30 ( $\text{kg/cm}^2$  a los 28 días del concreto patrón, CFCA al 0.1%,

CFCA al 0.5% y CFCA al 1% respectivamente del tamiz N°8) según el ensayo a flexión. Así mismo, se concluyó que la aplicación de FCA refleja una mayor resistencia a la compresión para la fibra del Tamiz N°8 con dosificación de 0.1%.<sup>7</sup>

Lázaro (2018), en su investigación titulada “*Comparación Técnica entre el Concreto Reforzado Con Fibras Naturales y el Concreto Convencional en el Distrito de Marca-Recuay-Ancash, 2017*”, de la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo determinar y analizar el modo en que influyen la incorporación de fibras naturales de penca en el concreto. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudio fueron las fibras naturales de penca existentes en el distrito de Marca-Recuay-Ancash, su muestra fueron 34 especímenes de concreto, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los principales resultados fueron 304 kg/cm<sup>2</sup>, 313.5 kg/cm<sup>2</sup> (concreto patrón y concreto con fibras de penca al 0.3% a los 28 días) según los ensayos a compresión y 27.94 kg/cm<sup>2</sup>, 30.82 kg/cm<sup>2</sup> (concreto patrón y concreto con fibras de penca al 0.3% a los 28 días) según los ensayos a flexión. Así mismo, se concluyó que la aplicación de fibras de penca en una dosificación de 0.3% optimizó las propiedades mecánicas de compresión y flexión del concreto.<sup>8</sup>

España y Molina (2013), en su investigación titulada “Evaluación de la resistencia de una mezcla de concreto al adicionarle fibra natural tipo **bagazo de caña panelera** generada en el departamento de Nariño, **Colombia**”, de la Universidad de Nariño, tuvo como objetivo principal la evaluación de la resistencia de una mezcla de concreto al adicionarle fibras naturales tipo bagazo provenientes de la caña de azúcar o caña panelera. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudio fueron testigos cilíndricos de concreto y vigas prismáticas de concreto, su muestra se conformó por 40 especímenes, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los principales resultados fueron 250.23 kg/cm<sup>2</sup> (testigo de concreto sin fibras), 227.3 kg/cm<sup>2</sup> (0.5%), 210.5 kg/cm<sup>2</sup> (2.5%) y 10.19Mpa (5%) mediante el ensayo de compresión a los 28 días; también obtuvo valores de 4.05Mpa (concreto sin fibras), 4.07Mpa (0.5%), 4.02Mpa (2.5%) y 3.74Mpa (5%) mediante el ensayo de flexión a los 28 días. Así mismo, se concluyó que el módulo de rotura aumenta al adicionarse porcentajes de fibra menores al 0.5% y que el

concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar permite a la estructura seguir resistiendo cargas aun luego de su fisuración.<sup>9</sup>

Espinoza (2015), en su investigación titulada “*Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de **bagazo de caña de azúcar, Ecuador***”, de la Universidad de Cuenca, tuvo como objetivo principal determinar el comportamiento del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar reemplazando porcentualmente el peso del agregado grueso. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudios fueron testigos cilíndricos de concreto y vigas prismáticas de concreto, su muestra se conformó por 57 especímenes, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los principales resultados fueron en compresión de 21.52 Mpa, 18.67 Mpa, 10.94 Mpa y 4.56 Mpa (para porcentajes de 0.0, 1.5, 2.5, 5.0 respectivamente); en flexión de 4.03 Mpa, 3.35 Mpa, 3.00 Mpa y 0.59 Mpa (para porcentajes de 0.0, 1.5, 2.5, 5.0 respectivamente), todo ello a los 28 días. Así mismo, se concluyó que al implementar fibras de bagazo de caña de azúcar menores al 1.5% se puede superar el módulo de rotura estándar por lo cual se puede construir estructuras expuestas a cargas.<sup>10</sup>

Bejarano (2019), en su investigación titulada “*Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de **guadua angustifolia kun, 2019, Bogotá-Colombia***”, de la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo realizar el análisis de la propiedad mecánica de resistencia a la compresión en cilindros de concreto reforzados con fibras de Guadua Angustifolia Kunth, partiendo de una mezcla inicial de concreto sin fibras, estableciendo un análisis comparativo. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudios fueron cilindros de concreto reforzados con fibra natural, su muestra se conformó por 24 especímenes cilíndricos de concreto, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los principales resultados fueron 2437 Psi y 3402 Psi (concreto patrón y concreto con fibra de guadua al 1% a los 28 días) según el ensayo a compresión. Así mismo, se concluyó que las fibras de guadua expuestas a radiación UVB mejoraron en un 13.4% la resistencia a compresión.<sup>11</sup>

Brown, J. (2012), en su investigación titulada *“Macro synthetic fiber addition to concrete marine structures in freeze thaw environments”*, cuyo significado es *“Adición de fibra macrosintética a estructuras marinas de hormigón en ambientes de congelación y descongelación”*, desarrollado en DALHOUSIE UNIVERSITY from Canadá, tuvo como objetivo principal comprender las propiedades otorgadas por la fibra sintética a un concreto de alto rendimiento que está expuesto a cloruros en un ambiente de temperaturas variables. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudios fueron vigas prismáticas, su muestra se conformó por 28 especímenes prismáticos de concreto, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los principales resultados fueron que al incorporar un 0.16% de fibras con respecto al volumen del concreto este presentó una resistencia a la flexión promedio de 3.00 Mpa, seguido de una resistencia residual de 0.37 Mpa y una tenacidad de 0.49 Mpa, mucho más alta que al utilizar 0.2% de este compuesto en la misma mezcla, cuyo resultado se presentaron en bajas cantidades en la segunda y tercera prueba (0.09 y 0.44 Mpa). Así mismo, se concluyó que la dosis de polipropileno aplicada en el concreto resalta sus beneficios e implementa un nuevo comportamiento, y afirma la viabilidad de emplearse en futuras mezclas para el control de fisuras.<sup>12</sup>

Marte, A. (2012), en su tesis titulada *“Testing of Fibre Reinforced Concrete Structures: Shear Capacity of Beams with Openings”*, cuyo significado es; *“Pruebas de estructuras de hormigón reforzado con fibra: Capacidad de corte de vigas con aberturas”*, desarrollado en University of Science and Technology of **Norway**, tuvo como objetivo comprobar si el reforzamiento convencional con el acero corrugado puede ser reemplazado por la aplicación de fibras de acero. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudios fueron vigas prismáticas, su muestra se conformó por 4 vigas de concreto, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los resultados más destacados fue la resistencia residual por parte de la viga con el aditivo incorporado; el cual fue de 3.4 N/mm<sup>2</sup> (3.4 Mpa). Así mismo, se concluyó que el valor conseguido referente a la resistencia residual fue más elevado que lo normal; ya que estas son más pequeñas que la realizada en su investigación.<sup>13</sup>

Marrero, Soto, Medina, Benites y Suarez (2015), en su investigación titulada “Study of high-strength concrete reinforced with bamboo fibers”, cuyo significado es, “Estudio de hormigón de alta resistencia reforzado con fibras de bambú”, desarrollado en la Universidad de Puerto Rico en cooperación con Northwestern University of Illinois (USA-Evaston), tuvo como objetivo determinar las características mecánicas del concreto reforzado con fibras de bambú mediante ensayos a compresión. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudios fueron cilindros de concreto, su muestra se conformó por 30 testigos de concreto, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. Los resultados más resaltantes fue que se determinó una mejora en compresión de hasta el 14 % a los 28 días de curado. Así mismo, se concluyó que la incorporación de fibra de bambú representa una alternativa de mejor costo-beneficio debido a la mejora en resistencia a compresión.<sup>14</sup>

Quintero, Neves y Colorado (2018), en su artículo titulado “Composites of Portland cement and fibers of *Guadua angustifolia* Kunth from Colombia”, cuyo significado es, “Compuestos de cemento Portland y fibras de *Guadua angustifolia* Kunth de Colombia”, publicado en la revista en línea Journal of Composite Materials, tuvo como objetivo principal estudiar el comportamiento mecánico a la flexión de los composites reforzados con fibra de cemento Portland blanco común combinado con bambú *Guadua* de Colombia. . Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudios fueron cilindros de concreto, su muestra se conformó por 30 testigos de concreto, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. El resultado más importante fue cuando se agregó 4%, la resistencia cambia de aproximadamente 9 MPa a aproximadamente 20 MPa, que es una mejora de más del 100%. Así mismo, se concluyó que la resistencia a la tensión se va incrementando conforme se va aumentando la dosificación de fibra según los ensayos, sin embargo, la saturación de la mezcla no respetaría la trabajabilidad.<sup>15</sup>

Jamaludin y Tian (2015), en su artículo titulado “Mechanical properties of kenaf fiber reinforced concrete with different fiber content and fiber length”, cuyo significado es, “Propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibra de kenaf con diferente

*contenido y longitud de fibra*”, publicado en la revista en línea Journal of Asian Concrete Federation, tuvo como objetivo principal discutir los hallazgos de una investigación experimental basada en efectos del contenido de fibra y la longitud de la fibra en las propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibra de kenaf (KFRC). Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudios fueron especímenes cilíndricos de concreto y vigas prismáticas, su muestra se conformó por 198 especímenes ensayados a compresión, tensión y flexión, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. El resultado más importante fue de 31.5 Mpa a los 28 días de curado con 0.5% de fibra de kenaf según el ensayo a compresión y 4.3 Mpa a los 28 días de curado con 0.5% de fibra de kenaf según el ensayo a flexión. Así mismo, se concluyó que la resistencia a la flexión y tracción indirecta por KFRC son directamente proporcionales al contenido de fibra y la longitud de la fibra.<sup>16</sup>

Brindha, Khan, Narayanan, Kumar y Vivek (2017), en su artículo titulado *“Properties of Concrete Reinforced With Bamboo Fibre”*, cuyo significado es, *“Propiedades del concreto reforzado con fibra de bambú”*, publicado en la revista en línea International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, tuvo como objetivo identificar las características del concreto reforzado con fibra de bambú en diferentes dosificaciones. Fue una investigación de tipo aplicada, su población de estudio fueron especímenes cúbicos de concreto y vigas prismáticas, su muestra se conformó por 8 especímenes ensayados a compresión y flexión, su técnica de muestreo fue no probabilística y los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas de recolección de datos. El resultado principal fue 39 N/mm<sup>2</sup> con 1% de fibra a los 28 días en compresión y 3.15 N/mm<sup>2</sup> con 1% de fibra a los 28 días en flexión. Así mismo, se concluyó que la resistencia a la compresión de los cubos aumenta con la adición de fibra de bambú hasta un 1,0% y, además, cualquier adición de fibra de bambú disminuye la resistencia a la compresión.<sup>17</sup>

**La Macrofibra;** este producto es un derivado de las fibras y posee diversas clasificaciones dependiendo del material, objetivo de aplicación, dimensiones y su dosificación. Al respecto, SIKA menciona que la macro fibra presenta una dimensión grande y gruesa, lo cual sirve mucho al momento de trabajar la mezcla,

y puede ser empleada para resistir los esfuerzos generados luego del agrietamiento; es decir, brinda una resistencia similar al refuerzo convencional hechos por barras de acero o mallas electrosoldadas.<sup>18</sup> Así mismo las macrofibras pueden ser de origen artificial y natural, según Vidal y Hormasabal, las fibras de origen vegetal se caracterizan por su flexibilidad, resistencia y el poco peso que estas tienen; así como, la cualidad de biodegradarse, ser renovable y la fácil manipulación que se le puede dar sin correr algún tipo de riesgo. Por lo tanto, es más económica que la fibra artificial fabricada o reciclada, además puede enriquecer el desarrollo cultural de las comunidades que poseen la materia prima para la elaboración de fibras naturales.<sup>19</sup>

**Bagazo de caña de azúcar;** la caña de azúcar es proveniente de áreas verdes con características climáticas tropicales y subtropicales. Así mismo, se puede identificar como bagazo al residuo de la caña de azúcar, el cual posee una consistencia fibrosa luego de pasar por un proceso de extracción del líquido interior. Por otra parte, el bagazo de caña de azúcar es muy conocido por su aplicación en forma de combustible en las grandes fábricas que representan las industrias azucareras. Este tipo de industria es muy conocida a nivel mundial y tiene varias competencias en diversos países. Según Molina, el tiempo intermedio de producción de bagazo debido a la fabricación de azúcar en las industrias es de 4 a 6 meses.<sup>20</sup>

**Caña Guadua Angustifolia;** la guadua se caracteriza por tener tallos robustos, leñosa, y absorbente perteneciente a la familia del bambú. Así mismo, su uso en la construcción se debe a que posee una alta resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción. La guadua se ha utilizado para la construcción de edificaciones gracias a su alta relación entre resistencia y peso, y a su facilidad de adquisición. Así mismo, las propiedades que poseen la guadua y el bambú en resistencia y flexibilidad se deben a la gran presencia de fibras y sílice en su estructura.<sup>21</sup>

**Maguey;** la cabuya o maguey es una planta de origen peruano que está presente en la costa, sierra y selva de nuestro país, en la sierra se pueden encontrar desde los 1450 hasta los 3000 msnm, así mismo, puede encontrarse en sectores pertenecientes a las regiones yunga y quechua, la cabuya se encuentra distribuida desde américa central hasta américa del sur.<sup>22</sup> Así mismo, por su versátil utilidad, el maguey es usado para fines de agricultura, medicina, textilería y herramientas.

**Pavimento de concreto convencional;** se conoce hasta la actualidad diversos tipos de pavimento, tales como; del tipo flexible, cuyo material representativo es el asfalto, también el semirrígido, que está compuesto de bloques de concreto llamados adoquines; así mismo, el pavimento de concreto hidráulico, delimitado como pavimento rígido, cuya composición es a base de los agregados granulares de diferentes dimensiones y componentes conglomerantes como el cemento portland y agua. Así mismo, Delatte indica; que un pavimento rígido es aquel que tiene como elemento fundamental al cemento portland, cuya mezcla le brinda alta resistencia a la compresión y le otorga la capacidad de absorber las deformaciones originadas por el tránsito de vehículos. Sin embargo, esta infraestructura tiende a fisurarse debido a la fatiga originada por la resonancia que es la carga aplicada repetitivamente por los vehículos en constante tránsito.<sup>23</sup>

**Propiedades mecánicas del concreto;** las propiedades mecánicas del concreto son todas las características que posee la mezcla conglomerante y que se manifiestan al interactuar con una fuerza.

**Resistencia a la compresión;** la resistencia a la compresión es la capacidad que manifiesta el concreto a ser comprimido por cargas axiales, dicha resistencia se representa en unidades de kg/cm<sup>2</sup> y con la simbología de  $f'_c$ . Esta característica o propiedad del concreto es analizada por el “**Método del ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos**” establecido por la norma del **MTC E704** basada en la **NTP 339.034**, **ASTM C39-39M-2005** y **AASHTO T22-2005**.<sup>24</sup>

**Resistencia a la flexión;** se puede identificar como resistencia a la flexión a la capacidad que presenta el concreto a deformarse al recibir cargas en diferentes puntos de un tramo largo, por lo general esta propiedad es analizada para el diseño de pavimentos rígidos, losas y vigas de concreto. Esta característica o propiedad del concreto es analizada a través del “**Método de la viga simple cargada en el punto central**” establecido por la norma del **MTC E711** basada en la **NTP 339.059**, **ASTM C42** y **AASHTO T24**.<sup>25</sup> Así mismo, existe el “**Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo**” establecido por la norma del **MTC E709** basada en la **NTP 339.078**, **ASTM C78** (dimensiones de la viga prismática y procedimiento de ensayo) y **ASTM C1609** (permitirá aplicar fórmulas establecidas por esta norma para el cálculo de la resistencia residual).<sup>26</sup>

**Comportamiento residual;** se determina como la capacidad o comportamiento del concreto por adición de fibras que aparte de evitar de que la estructura fallada pierda totalmente su integridad, proporciona la capacidad de seguir resistiendo cargas gracias a que mantiene unida la estructura y proporciona la capacidad de controlar la propagación de las fisuras.<sup>27</sup>

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

**Tipo de Investigación;** el tipo de investigación se centra en analizar y determinar el concepto angular de la investigación y el ¿por qué? de su desarrollo. Los conceptos a adoptarse en una investigación se basan en si el propósito de la investigación el obtener conocimientos nuevos o aplicar conocimientos existentes para proporcionar nuevos resultados en problemáticas de la realidad. Así mismo, esos conceptos angulares se determinan como investigación básica o investigación aplicada. Al respecto Coccia resaltó que; la investigación básica tiene como propósito el obtener nuevos conceptos a partir de la interpretación de fenómenos. Así mismo, la investigación aplicada se basa en producir conocimientos aplicables partiendo de diversos problemas actuales o de proyecciones hacia futuras necesidades.<sup>28</sup>

Así mismo, según Holý (2018) la investigación de tipo **aplicada** tiene como objetivo el generar nuevas tecnologías para brindar solución de situaciones identificadas, esto se debe a que el autor tiene como propósito la aplicación de resultados para beneficio de la sociedad.<sup>29</sup>

Así mismo, existe la investigación **retrospectiva**, la cual, según Ramos, compara a dos grupos de investigación: aquellos que fueron realizados con una causa o evento ya evidenciado y un efecto; y otro grupo, en muy similar condición, pero que no pueden ser desarrollados, pero si comparados por tener un similar antecedente o igual condición experimental, es decir, que se buscan las causas a partir del efecto y otros posibles efectos.<sup>30</sup>

Debido a lo definido anteriormente, el estudio desarrollado se determinó como una **investigación de tipo aplicada y retrospectiva**, dado que tuvo como propósito el análisis de la aplicación de fibras naturales en pavimentos rígidos respetando los parámetros establecidos por la normativa nacional para la interpretación de ensayos de flexión y compresión, y todo ello con la intención de identificar su interacción con las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos.

**Diseño de Investigación;** el diseño de investigación según menciona Yang, es el pilar esencial de todo trabajo de investigación, debido a que brinda orientación al

investigador determinando dos principales retos, la construcción de un tema y la redacción de propuestas, ello le permite desarrollar una planificación para delimitar que estudiar, como estudiar y la importancia del desarrollo del estudio.<sup>31</sup>

Así mismo, Huseyin afirmó que el diseño experimental es la piedra angular de la ciencia, este tipo de diseño se basa en el estudio de fenómenos de causa efecto mediante la interacción de las variables independientes con las dependientes.<sup>32</sup>

Por otro lado, dentro de los diseños experimentales existen subgrupos que representan algunas características de mayor especificación. Uno de ellos es el diseño cuasiexperimental, el cual según Goba, se caracteriza por que los sujetos experimentales de este diseño pueden no ser determinados aleatoriamente, puesto que, todo es controlado indirectamente por el autor antes del experimento.<sup>33</sup>

Por todo lo anterior, la presente investigación se caracterizó por desarrollar un diseño **cuasi experimental** puesto que, se manipuló la variable independiente (porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 de fibra de bagazo de caña de azúcar y de maguey) y verificar el resultado generado por su interacción de causa-efecto con la variable dependiente (propiedades mecánicas de pavimentos rígidos), con propósito de validar las hipótesis planteadas en la presente investigación a partir de un antecedente aplicando el método del análisis documental.

### **3.2. Variable y Operacionalización**

**Variables;** las variables de una investigación representan la causa y efecto. Es decir, son puntos necesarios para el desarrollo de todo estudio. Por lo cual, su delimitación representa gran importancia en el desarrollo de la investigación.

Así mismo, Hernández afirma que las variables de una investigación representan un valor correcto para el estudio mismo cuando llegan a relacionarse con otras variables, lo cual se representa en su participación para la formulación de las hipótesis.<sup>34</sup>

**Variable independiente:** Fibras de bagazo de caña de azúcar.

Definición conceptual: Según Espinosa; es una fibra proveniente del bagazo el cual puede identificarse como residuo de producción de azúcar, este elemento posee una composición fibrosa luego de pasar por un proceso de extracción de líquidos.<sup>35</sup>

Definición operacional: Las dosificaciones a adicionar de fibra de bagazo de caña de azúcar 0.05%, 0.25% y 0.45% respecto al volumen del concreto por metro cúbico, empleadas en el diseño de un concreto con  $F'c$  de  $210\text{kg/cm}^2$  con el objetivo de determinar su interacción con las propiedades mecánicas de compresión y flexión.

Variable independiente, VI-1: Fibras de bagazo de caña de azúcar.

**Variable independiente:** Fibras de maguey.

Definición conceptual: Macrofibra natural de origen vegetal con características de alta resistencia a la tensión debido a su composición, utilizada en industrias de medicina, textilería, construcción y agricultura.<sup>36</sup>

Definición operacional: Las dosificaciones a adicionar de fibra de maguey 0.05%, 0.25% y 0.45% respecto al volumen del concreto por metro cúbico, empleadas en el diseño de un concreto con  $F'c$  de  $210\text{kg/cm}^2$  con el objetivo de determinar su interacción con las propiedades mecánicas de compresión y flexión.

Variable independiente, VI-2: Fibras de maguey.

**Variable dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos.

Definición conceptual: Las propiedades mecánicas del concreto son todas las características que posee la mezcla conglomerante y que se manifiestan al interactuar con una fuerza. Así mismo, se puede identificar que las propiedades más representativas del concreto son su capacidad de resistencia a la compresión y a la flexión.

Definición operacional: Las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión determinadas por el desarrollo de los ensayos de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos establecido por la norma del MTC E704 y de resistencia a la flexión del concreto, método de la viga simple cargada en el punto central establecido por la norma del MTC E711, con incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar y maguey de 0.05%, 0.25% y 0.45% respecto al volumen por metro cubico de un concreto con  $F'c$  de  $210\text{kg/cm}^2$ .

Variable independiente, VD: Propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos.

**Operacionalización;** este cuadro interactivo se presentará en el **anexo 2**.

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis**

**Unidad de análisis;** Sampieri, identifico a la unidad de análisis como el eje de la investigación, puesto que establece “que o quienes” son los sujetos que se abarcarán en una investigación, esto va a depender también del tipo de investigación que se pretenda desarrollar, así como de sus alcances establecidos.<sup>37</sup>

Luego de la interpretación de los conceptos anteriores, se determinó cómo **unidad de análisis (UA)** de esta investigación al **pavimento rígido**, debido a que se presenta como el elemento sobre el cual se aplicaran las fibras naturales para determinar su interacción mediante ensayos de compresión y flexión. Así mismo, es un elemento indivisible y sobre el cual se efectuarán las mediciones necesarias para el desarrollo de la investigación.

**Población;** según Hernández la población es la cantidad total de un conjunto que poseen distintas características, pero solo una especificación; así mismo, esta población tiene que estar bien delimitada para no cometer error alguno al incorporar la muestra, ya que este no solo depende del objetivo del estudio, sino también, del contexto en la que estará implicada, el lugar y el tiempo.<sup>38</sup>

Por ello, en la presente investigación se determinó como población de estudio a **toda la producción de bagazo de caña de azúcar y maguey encontrados para su utilización en el distrito de Chorrillos provincia de Lima departamento de Lima**, ya que el análisis a los elementos de este conjunto será representativo para la evaluación de nuestra unidad de análisis y en la localidad determinada.

**Muestra;** Hernández identifica a la muestra como parte de un grupo formado; es decir, un subconjunto que está abarcado dentro de una cantidad determinada (conjunto); la cual se le suele llamar población, en muchas investigaciones se suelen usar muestras representativas, al azar o aleatorias, considerándose un término no tan acorde a la investigación seria, ya que no permite medir a toda la población que se suele estimar. Por ello, esta se divide en dos, la primera es la muestra probabilística, donde los integrantes de la población tienen la misma expectativa de ser escogidos; por ende, la decisión que se suele tomar es al azar; la segunda es la muestra no probabilística, cuyos valores escogidos no dependen

de la probabilidad que se pueda tener en cada uno de sus integrantes al determinarlos aleatoriamente, sino que el investigador define la cantidad a su criterio o dependiendo de lo que él está buscando en su investigación.<sup>39</sup>

Por otro lado, para la determinación de una muestra requiere la aplicación de un criterio, es decir, un muestreo. El **muestreo** es una técnica para la selección de una muestra representativa perteneciente a la población. Así mismo, Hernández afirma que existen dos tipos de muestreo, el muestreo probabilístico y no probabilístico. De este último, se puede identificar que se comprende por un procedimiento en el cual se realiza una selección de muestra de manera arbitraria. Es decir, que el autor decide como seleccionar la muestra dependiendo de sus objetivos e hipótesis de investigación.<sup>40</sup>

Por ello, se puede determinar que en la presente investigación se realizará un **muestreo no probabilístico**, debido a que la muestra se seleccionará **arbitrariamente a criterio** del autor dependiendo este de los objetivos e hipótesis de la presente investigación delimitados. Así mismo, a continuación, se presentará la muestra seleccionada arbitrariamente a criterio del autor.

#### **Cuarenta y dos (42) testigos cilíndricos de concreto hidráulico**

**Tabla 1:** Cantidad de ensayos a compresión de cada fibra.

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CURADO</b>			<b>Nº DE TESTIGOS</b>
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	
CONCRETO PATRÓN (f'c:210)	2 vigas	2 vigas	2 vigas	6
CONCRETO (f'c:210) CON ADICIÓN FIBRAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZUCAR	2 testigos (0.05%) 2 testigos (0.25%) 2 testigos (0.45%)	2 testigos (0.05%) 2 testigos (0.25%) 2 testigos (0.45%)	2 testigos (0.05%) 2 testigos (0.25%) 2 testigos (0.45%)	18
CONCRETO (f'c:210) CON ADICIÓN DE FIBRAS DE MAGUEY	2 testigos (0.05%) 2 testigos (0.25%) 2 testigos (0.45%)	2 testigos (0.05%) 2 testigos (0.25%) 2 testigos (0.45%)	2 testigos (0.05%) 2 testigos (0.25%) 2 testigos (0.45%)	18
<b>CANTIDAD TOTAL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS A ENSAYAR (15cm x 30cm)</b>				<b>42</b>

Fuente: Elaboración propia

## Cuarenta y dos (42) vigas prismáticas de concreto hidráulico

Tabla 2: Cantidad de ensayos a flexión de cada fibra.

ELEMENTOS	CURADO			Nº DE VIGAS
	7 días	14 días	28 días	
CONCRETO PATRÓN (f'c:210)	2 vigas	2 vigas	2 vigas	6
CONCRETO (f'c:210) CON ADICIÓN FIBRAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	2 vigas (0.05%) 2 vigas (0.25%) 2 vigas (0.45%)	2 vigas (0.05%) 2 vigas (0.25%) 2 vigas (0.45%)	2 vigas (0.05%) 2 vigas (0.25%) 2 vigas (0.45%)	18
CONCRETO (f'c:210) CON ADICIÓN DE FIBRAS DE MAGUEY	2 vigas (0.05%) 2 vigas (0.25%) 2 vigas (0.45%)	2 vigas (0.05%) 2 vigas (0.25%) 2 vigas (0.45%)	2 vigas (0.05%) 2 vigas (0.25%) 2 vigas (0.45%)	18
<b>CANTIDAD TOTAL DE VIGAS A ENSAYAR (15cm x 15cm x 50cm)</b>				42

Fuente: Elaboración propia

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

**Técnicas;** según Lafuente y Marín, la técnica que se aplica en una investigación se relaciona directamente con el tipo de variable que se presente, así como los conocimientos que se hayan obtenido referente a la misma. Así mismo, en un proyecto de investigación se pueden identificar dos tipos de enfoques, tales como cuantitativo y cualitativo. Una investigación cuantitativa se aplica cuando las variables pretenden trabajarse con precisión, para ello se aplica la observación; ya que las variables con dicho enfoque representan valores numéricos precisos para el estudio estadístico que puede ser desarrollado por el investigador.<sup>41</sup>

Así mismo, dentro de la investigación retrospectiva se desarrolla el método de análisis documental, el cual, dará la oportunidad de obtener datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis con antecedentes de concreto.<sup>42</sup> Los cuales se buscarán en los repositorios de las Universidades que cuentan con la carrera de Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional; así mismo, también se obtendrá la teoría del mejoramiento del concreto en los Artículos Científicos, los cuales se encontrarán en las páginas web de las revistas de investigación on-line.

**Instrumentos de recolección de datos;** los instrumentos de recolección de datos se pueden definir como fichas técnicas que serán desarrolladas por el autor. Además, según Niño, los instrumentos de recolección de datos representan cualquier recurso aplicable por el investigador para lograr un acercamiento a los fenómenos ocurridos y extraer una cantidad importante de información de ellos.<sup>43</sup>

Según lo enunciado, se determinó que el instrumento empleado en el presente estudio basado en el análisis de la incorporación de fibras naturales y su interacción con las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, fueron las **tablas de registro de datos**.

**Validez;** Niño indica que; la validez es una característica de un instrumento de medición que consiste en que este pueda abarcar de manera completa la medición de la variable en cuestión, y no otra, es decir, que sea un instrumento de gran precisión y adecuado específicamente para la medición de variables. Según presente dichas características, el instrumento (pregunta, o ítem) mide o describe precisamente lo que se espera que mida, nada más ni nada menos.<sup>44</sup> Por ello, el presente estudio se validó de acuerdo a la verificación de los antecedentes utilizados como base del análisis documental, los cuales pertenecen a repositorios publicados y accesibles. Así mismo, cabe resaltar que se encuentran dentro del margen de tiempo estimado como relevante y se encuentran dentro de las áreas de estudio de las mismas facultades y escuelas que la presente investigación.

**Confiabilidad;** al respecto Roberts, Dowell y Nie afirman que; en un estudio la confiabilidad de los instrumentos de medición o recolección de datos es uno de los factores más representativos para asegurar la aplicación del instrumento con respecto al objetivo de investigación delimitado; con ese objetivo, la validez es uno de los componentes en la investigación que puede ser delimitado en tres aspectos principales como; un marco conceptual a cerca del instrumento a emplear, la relación que posee este con las herramientas de análisis (los ensayos) y la validez de constructo (por el especialista). Debido a ello, la confiabilidad se construye mediante una descripción detallada de los métodos y los procedimientos.<sup>45</sup>

La confiabilidad presente en esta investigación será representada mediante la **verificación de las tesis utilizadas para el análisis documental, así como su lugar de publicación y los certificados de calibración para los ensayos**.

### **3.5. Procedimientos**

Se realizó en la búsqueda de las tesis referentes a nuestra investigación por nuestra técnica documental, en base a las similitudes condiciones (tipo de concreto, tipo de aditivos, tipo de ensayos, similar altitud y similar lugar) para posteriormente a ello, obtener sus datos mediante la Interpolación respetando los aportes; para luego, poder realizar nuestros propios análisis de resultados, los mismos que serán presentado en tablas y gráficos.

**Procedimiento de obtención de fibras de bagazo de caña de azúcar;** el procedimiento se basa en el mapeo de comerciantes de jugo de caña de azúcar los cuales darán provisión del bagazo de caña de azúcar como producto de la extracción del líquido. Así mismo, se procede al secado de este producto luego de una limpieza superficial para luego procesarlo por un molino de martillos para la molienda del bagazo seco. Luego se debe de realizar el tamizado por los tamices n°8 para el posterior tratamiento con hidróxido de calcio o cal hidratada para evitar alguna reacción indeseable con la dosificación agua-cemento de la mezcla.<sup>46</sup>

**Procedimiento de obtención de fibras de maguey;** el procedimiento se basa en el mapeo de la penca o cabuya y realizar el corte a 2cm del origen y procesar por la roladora. Así mismo, realizar el machacado del producto sobre una mesa de madera para luego realizar el cepillado de las hebras obtenidas y sumergir en un cilindro de agua por 30 minutos. Para finalizar, realizar el secado natural por 4 horas para el posterior desfibrado manual. Las fibras fueron tratadas con aceite de linaza, creosota, parafina, sellador para madera, una combinación de parafina-resina y una combinación de linaza-resina-aguarrás.<sup>47</sup>

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

Para la selección de datos se ejecutará mediante la comparación a dos grupos de investigación: un primer grupo que fueron realizados con una causa y efecto, contra otro grupo, en muy similar condición, pero que no podrán ser realizados, pero si comparados (análisis documental); permitiendo tomar apuntes de sus resultados del primero en forma de datos interpolados, y asemejarlos a una posible solución, pues tienen un similar antecedente e igual condición experimental.

### **3.7. Aspectos éticos**

Siendo alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil, el presente proyecto de investigación se desarrolló con total honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado parte de las tesis de otros autores, respetando sus aportes, indicando todos los manuales, normas e instrumentos que se usaron en el proyecto de investigación con las respectivas resoluciones, los cuales al final serán comparados por la herramienta web Turnitin y analizados en base a la normativa ISO 690-2.

#### IV. RESULTADOS

La presente investigación consistió en la determinación de la resistencia residual de pavimentos rígidos reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar y caña guadua, en el distrito de chorrillos, provincia de Lima, departamento de Lima.

Durante el proceso de desarrollo de esta investigación, se inició una emergencia sanitaria a nivel mundial, la cual se estableció formalmente en Perú a partir del mes de febrero hasta el mes de diciembre del presente año (2020). Dicha emergencia sanitaria se dio a cabo de la propagación del virus conocido como COVID-19, el cual trajo como consecuencia una cuarentena que representa la inmovilización obligatoria y el paro del flujo comercial a gran escala, por lo cual no es posible el desarrollo de ensayos de materiales. Por todo ello, el presente estudio optó por desarrollar la técnica de análisis documental, ya que esta técnica permite la recolección de datos de fuentes secundarias para el desarrollo del proyecto. Así mismo, dicha técnica dio posibilidad de la evaluación de artículos científicos, ensayos desarrollados en tesis relacionadas a la carrera de ingeniería civil tanto en el ámbito nacional e internacional.

Así mismo, cabe resaltar que para el desarrollo de la presente investigación por la técnica de análisis documental se requiere que existan evidencias de datos que permitan la interpolación, sin embargo, en los antecedentes establecidos en el proyecto de investigación no se encontró ese factor. Por tal motivo, se optó por modificar la variable independiente VI-2 (fibra natural de caña guadua) por **fibra natural de maguey**, y la variable dependiente VD (resistencia residual) por **propiedades mecánicas**. Dicha modificación se justifica debido a que las variables independientes proceden de origen vegetal y el producto se representa como fibras naturales en ambos casos, así mismo, las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos forman parte del análisis para la determinación de la resistencia residual por lo cual si presentan un vínculo. Así mismo, cabe resaltar la falta de evidencia registrada sobre ensayos enfocados en la resistencia residual de compuestos de concreto fibroreforzado.

Las tablas y gráficas bases de los ensayos para obtener diseño de mezcla, resistencia a compresión y flexión que se muestran a continuación fueron obtenidos por medio de la técnica análisis documental, los cuales estos ensayos para **la fibra**

**de bagazo de caña de azúcar y maguey** están presentes en la tesis de Herrera y Polo (2017) en su investigación titulada *“Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de **Arequipa**, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica”*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.<sup>51</sup> Para mayor comprensión de la modificación realizada, a continuación, se delimitará de forma coherente dicha acción.

#### **Nueva variable independiente (VI-2), fibra natural de maguey.**

El antecedente utilizado para el análisis de esta variable fue la tesis titulada *“Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de **Arequipa**, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica”*, desarrollada por Herrera y Polo, en la cual se utilizaron porcentajes de 0.1%, 0.5% y 1% de fibra de maguey de 5.5cm de longitud para cada metro cubico de un concreto de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>. Dichos datos se utilizaron para la interpolación de dosificaciones 0.05%, 0.25% y 0.45% para el análisis de su interacción con las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión. Es necesario resaltar que el antecedente identificado anteriormente se utilizara también para el análisis de la variable independiente fibra de bagazo de caña de azúcar (VI-1), debido a que analizó esta fibra natural dentro de sus ensayos y determino datos relacionados con la interpolación proyectada.<sup>48</sup>

#### **Propiedad de análisis: Resistencia a la flexión (Fibra de Maguey)**

**Antecedente:** *“Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de **Arequipa**, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica”*.

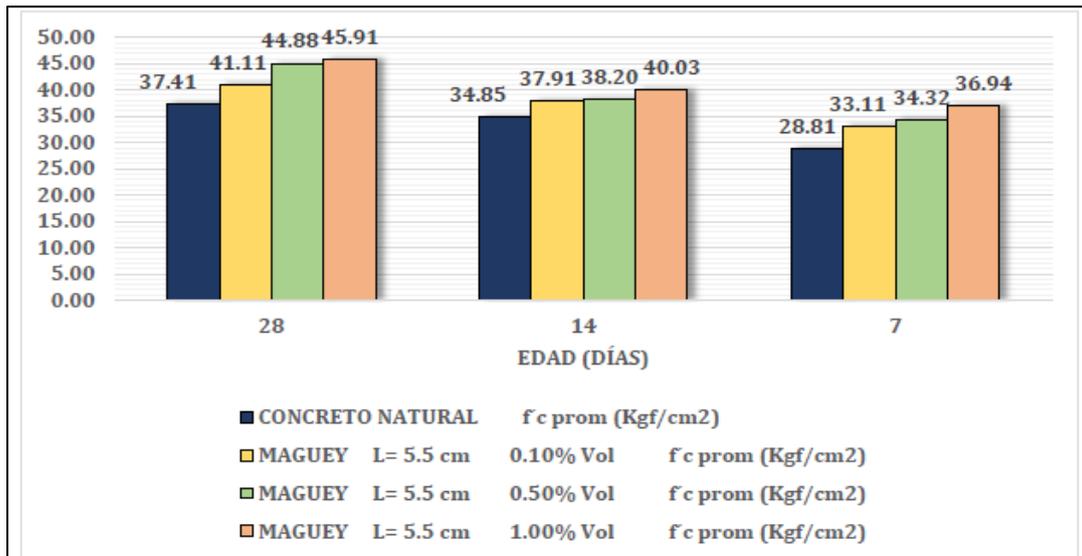


Figura 1: Gráfico Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón vs. Fibra de Maguëy. Fuente: Herrera y Polo (2017).

### Primera Interpolación de Fibra de Maguëy de 0.05% a 7 días:

$X_0=0.0\%$ ;  $Y_0=28.81$

$X=0.05\%$ ;  $Y=?$

$X_1=0.1\%$ ;  $Y_1= 33.11$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 28.81 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x (33.11 - 28.81) = 30.96 \text{ Kg/cm}^2$$

### Segunda Interpolación de Fibra de Maguëy de 0.25% a 7 días:

$X_0=0.1\%$ ;  $Y_0= 33.11$

$X=0.25\%$ ;  $Y=?$

$X_1=0.5\%$ ;  $Y_1= 34.32$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 33.11 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x (34.32 - 33.11) = 33.56 \text{ Kg/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de Fibra de Maguëy de 0.45% a 7 días:

$X_0=0.1\%$ ;  $Y_0=33.11$

$X=0.45\%$ ;  $Y=?$

$X_1=0.5\%$ ;  $Y_1= 34.32$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 33.11 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x (34.32 - 33.11) = 34.17 \text{ Kg/cm}^2$$

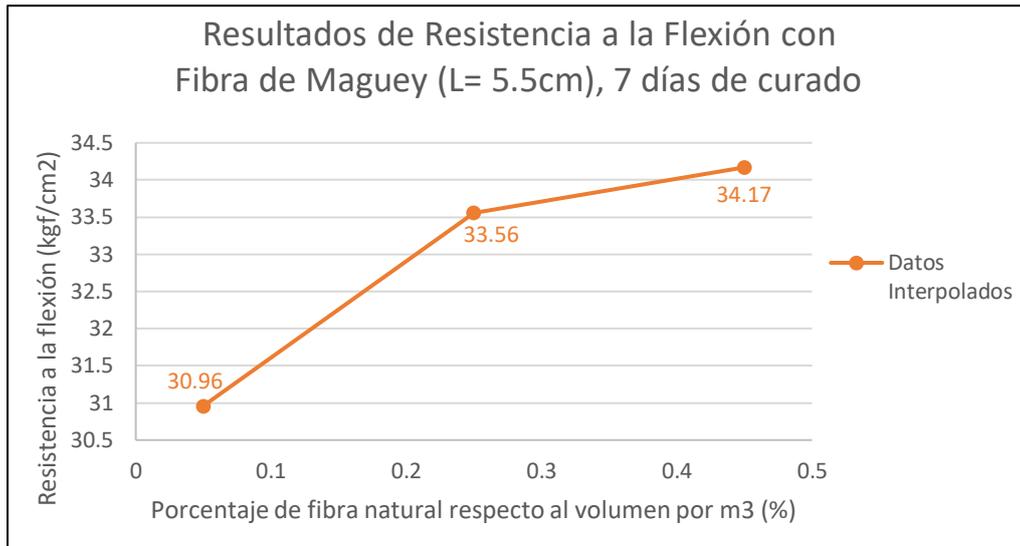


Figura 2: Gráfico Resistencia a la Flexión con Fibra de Maguey a los 7 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la flexión aumenta en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de maguey, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó un incremento en dicha propiedad en valores de 7.5%, 16.5% y 18.6% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 7 días de curado.

### Primera Interpolación de Fibra de Maguey de 0.05% a 14 días:

$X_0=0.0\%$ ;  $Y_0=34.85$

$X=0.05\%$ ;  $Y=?$

$X_1=0.1\%$ ;  $Y_1= 37.91$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 34.85 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x (37.91 - 34.85) = 36.38 \text{ Kgf/cm}^2$$

### Segunda Interpolación de Fibra de Maguey de 0.25% a 14 días:

$X_0=0.1\%$ ;  $Y_0= 37.91$

$X=0.25\%$ ;  $Y=?$

$X_1=0.5\%$ ;  $Y_1= 38.20$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 37.91 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x (38.20 - 37.91) = 38.02 \text{ Kgf/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de Fibra de Maguey de 0.45% a 14 días:

X0=0.1%; Y0=37.91

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 38.20

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 37.91 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x (38.20 - 37.91) = 38.16 \text{ Kgf/cm}^2$$

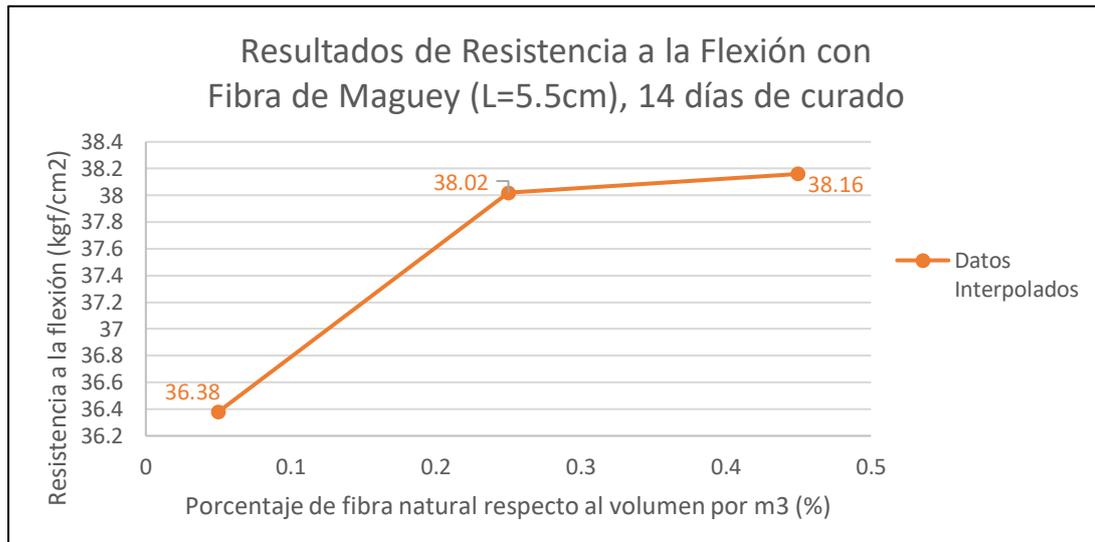


Figura 3: Gráfico Resistencia a la Flexión con Fibra de Maguey a los 14 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la flexión aumenta en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de maguey, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó un incremento en dicha propiedad en valores de 4.4%, 9.1% y 9.5% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 14 días de curado.

### Primera Interpolación de Fibra de Maguey de 0.05% a 28 días:

X0=0.0%; Y0=37.41

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 41.11

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 37.41 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x (41.11 - 37.41) = 39.26 \text{ Kgf/cm}^2$$

### Segunda Interpolación de Fibra de Maguey de 0.25% a 28 días:

$X_0=0.1\%$ ;  $Y_0= 41.11$

$X=0.25\%$ ;  $Y=?$

$X_1=0.5\%$ ;  $Y_1= 44.88$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 41.11 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x(44.88 - 41.11) = 42.52 \text{ Kg}f/cm^2$$

### Tercera Interpolación de Fibra de Maguey de 0.45% a 28 días:

$X_0=0.1\%$ ;  $Y_0=41.11$

$X=0.45\%$ ;  $Y=?$

$X_1=0.5\%$ ;  $Y_1= 44.88$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 41.11 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x(44.88 - 41.11) = 44.41 \text{ Kg}f/cm^2$$

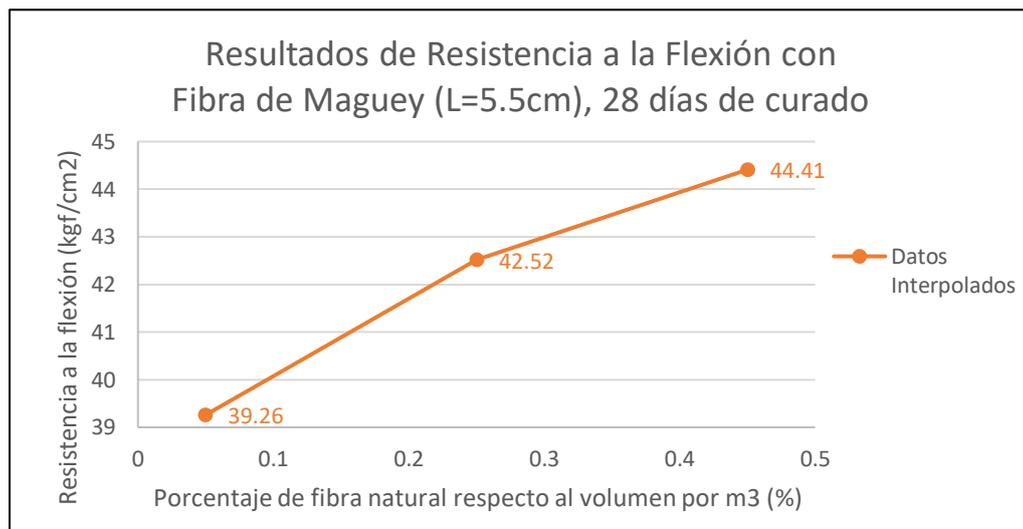


Figura 4: Gráfico Resistencia a la Flexión con Fibra de Maguey a los 28 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identifico que el valor de la resistencia a la flexión aumenta en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de maguey, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó un incremento en dicha propiedad en valores de 5.0%, 13.7% y 18.7% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 28 días de curado.

**Propiedad: Resistencia a la flexión (Fibra de bagazo de caña de azúcar)**

**Antecedente:** “*Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica*”.

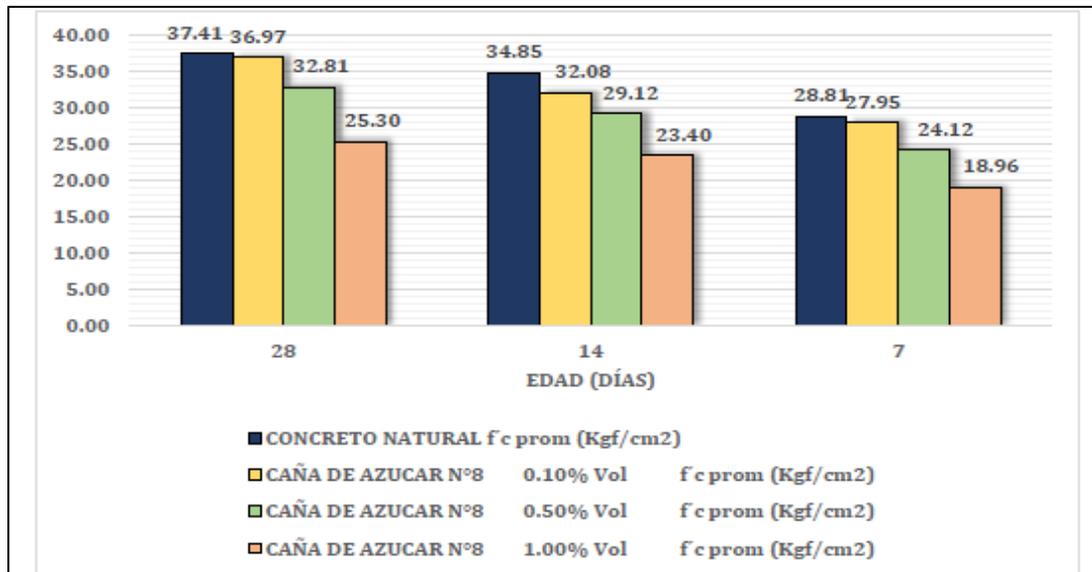


Figura 5: Gráfico Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón vs. FBCA (Tamiz N°8).  
Fuente: Herrera y Polo (2017).

**Primera Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.05%, 7 días.**

X0=0.0%; Y0=28.81

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 27.95

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 28.81 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x (27.95 - 28.81) = 28.38 \text{ Kgf/cm}^2$$

**Segunda Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.25%, 7 días.**

X0=0.1%; Y0= 27.95

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 24.12

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 27.95 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x (24.12 - 27.95) = 26.51 \text{ Kgf/cm}^2$$

**Tercera Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.45%, 7 días.**

X0=0.1%; Y0= 27.95

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 24.12

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 27.95 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x (24.12 - 27.95) = 24.60 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

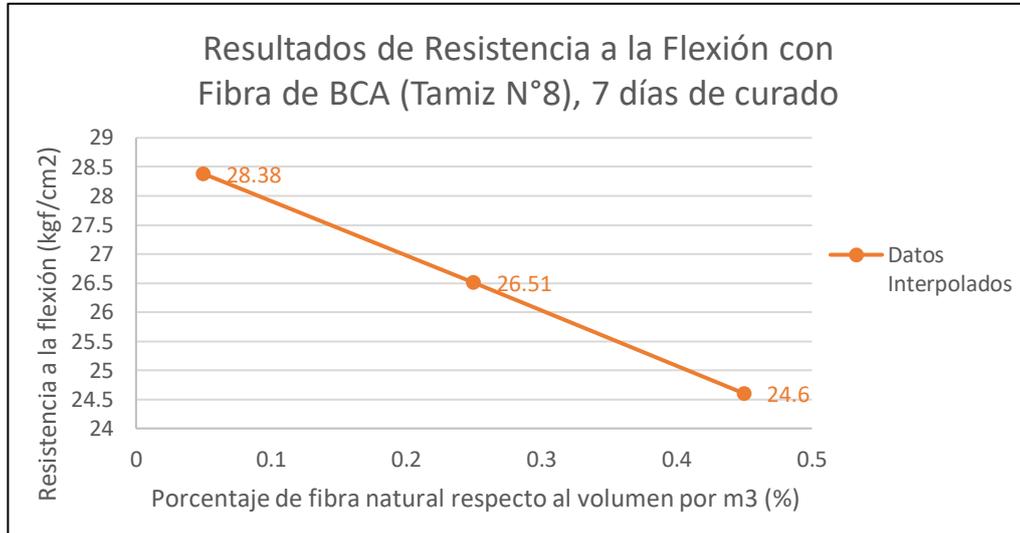


Figura 6: Gráfico Resistencia a la Flexión con Fibra de BCA a los 7 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identifico que el valor de la resistencia a la flexión disminuye en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar retenida en el tamiz N°8, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 1.5%, 8% y 14.6% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 7 días de curado.

### Primera Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.05%, 14 días.

X0=0.0%; Y0=34.85

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 32.08

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 34.85 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x (32.08 - 34.85) = 33.47 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

### Segunda Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.25%, 14 días.

X0=0.1%; Y0= 32.08

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 29.12

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 32.08 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x(29.12 - 32.08) = 30.97 \text{ Kg/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.45%, 14 días.

X0=0.1%; Y0= 32.08

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 29.12

Aplicando la fórmula de interpolación lineal

$$Y_{0.45} = 32.08 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x(29.12 - 32.08) = 29.49 \text{ Kg/cm}^2$$

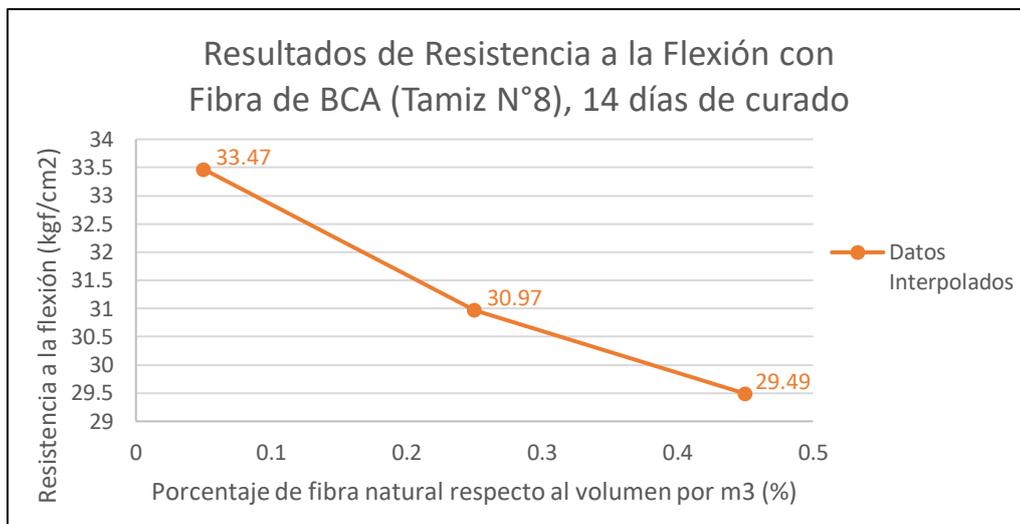


Figura 7: Gráfico Resistencia a la Flexión con Fibra de BCA a los 14 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la flexión disminuye en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar retenida en el tamiz N°8, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 4.0%, 11.1% y 15.4% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 14 días de curado.

### Primera Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.05%, 28 días:

X0=0.0%; Y0=37.41

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 36.97

Aplicando la fórmula de interpolación lineal

$$Y_{0.05} = 37.41 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x(36.97 - 37.41) = 37.19 \text{ Kg/cm}^2$$

**Segunda Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.25%, 28 días:**

X0=0.1%; Y0= 36.97

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 32.81

Aplicando la fórmula de interpolación lineal

$$Y_{0.25} = 36.97 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x(32.81 - 36.97) = 35.41 \text{ Kg/cm}^2$$

**Tercera Interpolación de F. de bagazo de caña de azúcar de 0.45%, 28 días:**

X0=0.1%; Y0= 36.97

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 32.81

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 36.97 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x(32.81 - 36.97) = 33.33 \text{ Kg/cm}^2$$

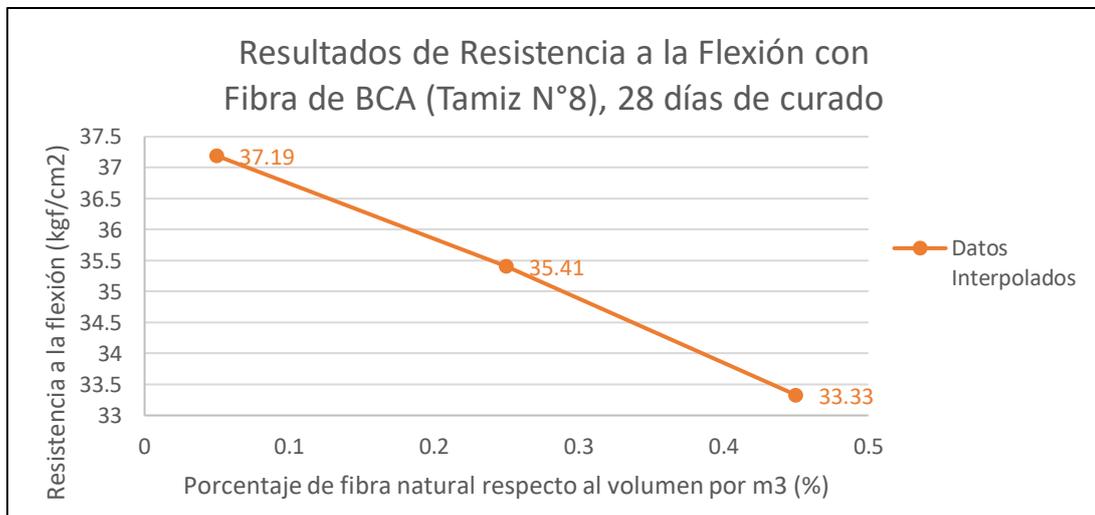


Figura 8: Gráfico Resistencia a la Flexión con Fibra BCA a los 28 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la flexión disminuye en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar retenida en el tamiz N°8, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 0.6%, 5.3% y 11.0% respectivamente

con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 28 días de curado.

**Propiedad de análisis: Resistencia a la Compresión (Fibra de maguey)**

**Antecedente:** “Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de **Arequipa**, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica”

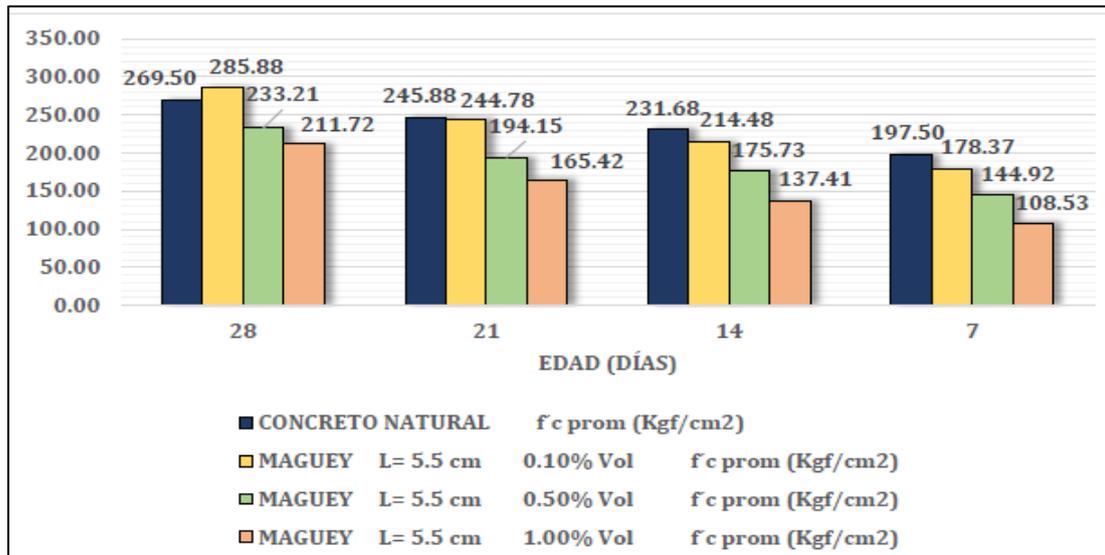


Figura 9. Gráfico Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey Fuente: Herrera y Polo (2017).

**Primera Interpolación de Fibra de maguey de 0.05% a 7 días:**

X0=0.0%; Y0=197.50

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 178.37

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 197.50 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x (178.37 - 197.50) = 187.94 \text{ Kg/cm}^2$$

**Segunda Interpolación de Fibra de maguey de 0.25% a 7 días:**

X0=0.1%; Y0= 178.37

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 144.92

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 178.37 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x (144.92 - 178.37) = 165.83 \text{ Kg/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de Fibra de maguey de 0.45% a 7 días:

X0=0.1%; Y0= 178.37

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 144.92

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 178.37 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x (144.92 - 178.37) = 149.10 \text{ Kg/cm}^2$$

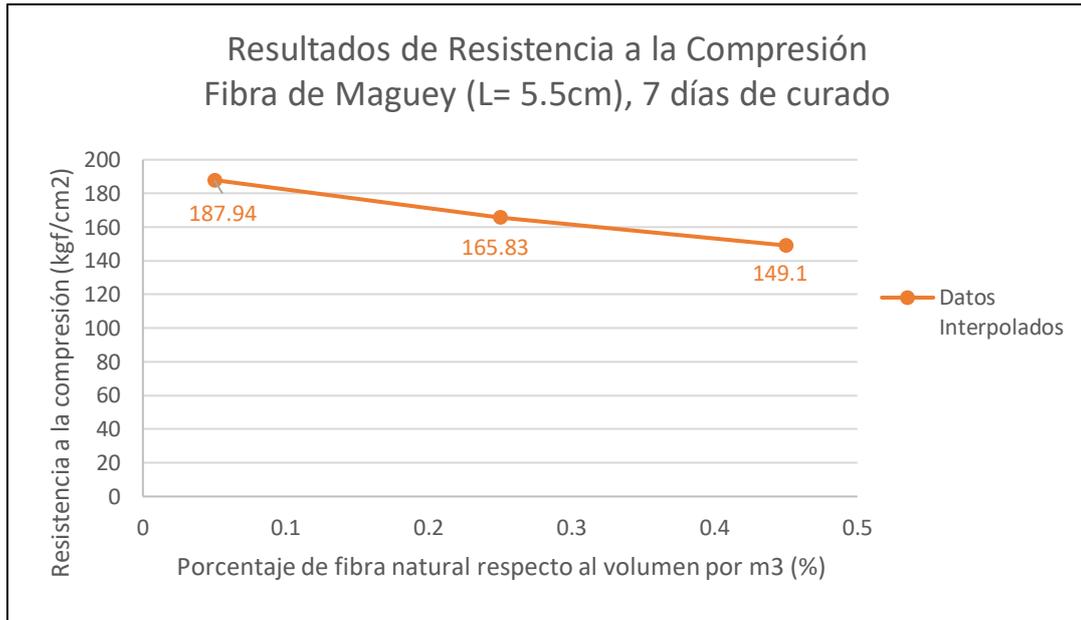


Figura 10: Gráfico Resistencia a la Compresión con Fibra de Maguey a los 7 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la compresión disminuye en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de maguey de longitud de 5.5cm, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 4.8%, 16% y 24.5% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 7 días de curado.

### Primera Interpolación de Fibra de maguey de 0.05% a 14 días:

X0=0.0%; Y0=231.68

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 214.48

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 231.68 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x (214.48 - 231.68) = 223.08 \text{ Kg/cm}^2$$

### Segunda Interpolación de Fibra de maguey de 0.25% a 14 días:

X0=0.1%; Y0= 214.48

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 175.73

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 214.48 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x(175.73 - 214.48) = 199.95 \text{ Kg/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de Fibra de maguey de 0.45% a 14 días:

X0=0.1%; Y0= 214.48

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 175.73

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 214.48 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x(175.73 - 214.48) = 180.57 \text{ Kg/cm}^2$$

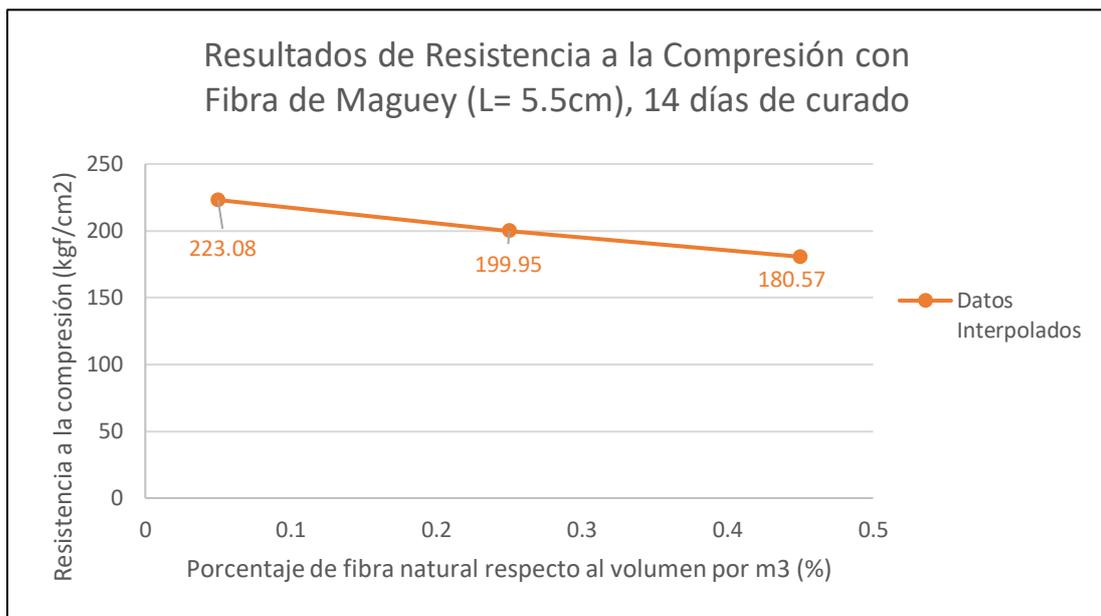


Figura 11: Gráfico Resistencia a la Compresión con Fibra de Maguey a los 14 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la compresión disminuye en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de maguey de longitud de 5.5cm, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 3.7%, 13.7% y 22.1% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 14 días de curado.

### Primera Interpolación de Fibra de maguey de 0.05% a 28 días:

X0=0.0%; Y0= 269.50

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 285.88

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 269.50 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x(285.88 - 269.50) = 277.69 \text{ Kg/cm}^2$$

### Segunda Interpolación de Fibra de maguey de 0.25% a 28 días:

X0=0.1%; Y0= 285.88

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 233.21

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 285.88 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x(233.21 - 285.88) = 266.13 \text{ Kg/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de Fibra de maguey de 0.45% a 28 días:

X0=0.1%; Y0= 285.88

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 233.21

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 285.88 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x(233.21 - 285.88) = 239.99 \text{ Kg/cm}^2$$

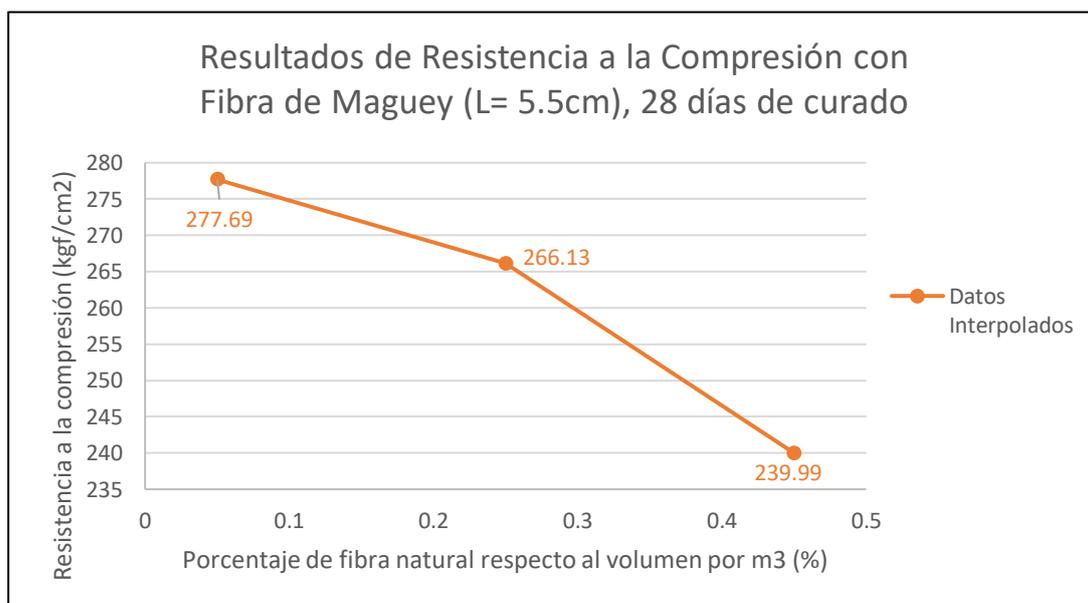


Figura 12: Gráfico Resistencia a la Compresión con Fibra de Maguey a los 28 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la compresión se incrementa con la incorporación de fibra de maguey de longitud de 5.5cm de 0.05 en un valor de 3% con respecto a la resistencia del concreto patrón a la edad de 28 días de curado. Así mismo, disminuye con el incremento de porcentajes de fibra de maguey de longitud de 5.5cm, para los porcentajes de 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 1.3% y 11% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 28 días de curado.

### Propiedad: Resistencia a la Compresión (F. de Bagazo de Caña de Azúcar)

**Antecedente:** “Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica”

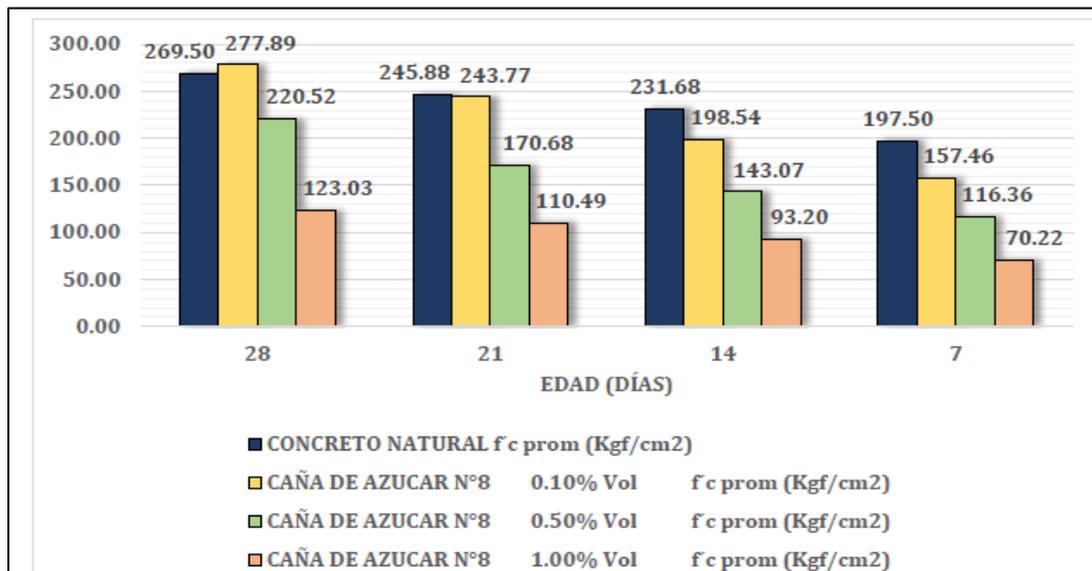


Figura 13: Gráfico Resistencia a la Compresión Concreto Patrón vs. FBCA (Tamiz N°8).  
Fuente: Herrera y Polo (2017).

### Primera Interpolación de FBCA de 0.05% a 7 días:

X0=0.0%; Y0=197.50

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 157.46

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 197.50 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) \times (157.46 - 197.50) = 177.48 \text{ Kg/cm}^2$$

### Segunda Interpolación de FBCA de 0.25% a 7 días:

X0=0.1%; Y0= 157.46

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 116.36

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 157.46 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x(116.36 - 157.46) = 142.05 \text{ Kg/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de FBCA de 0.45% a 7 días:

X0=0.1%; Y0= 157.46

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 116.36

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 157.46 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x(116.36 - 157.46) = 121.50 \text{ Kg/cm}^2$$

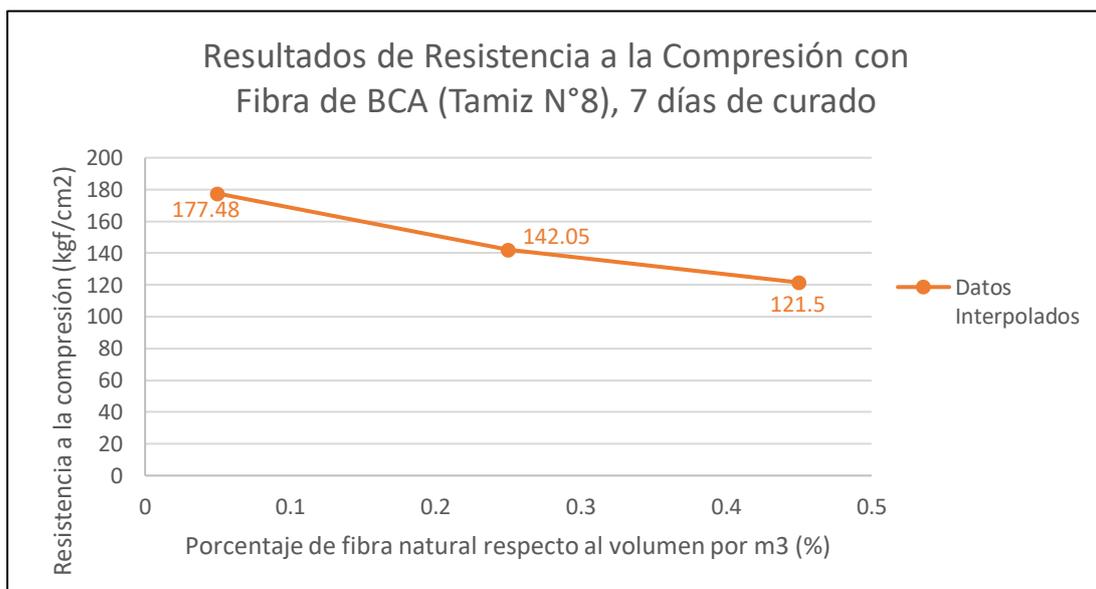


Figura 14: Gráfico Resistencia a la Compresión con Fibra de BCA a los 7 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la compresión disminuye en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar retenida en el tamiz N°8, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 10.1%, 28.1% y 38.5% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 7 días de curado.

### Primera Interpolación de FBCA de 0.05% a 14 días:

X0=0.0%; Y0=231.68

X=0.05%; Y=?

X1=0.1%; Y1= 198.54

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05} = 231.68 + \left( \frac{0.05-0.0}{0.1-0.0} \right) x(198.54 - 231.68) = 215.11 \text{ Kg/cm}^2$$

### Segunda Interpolación de FBCA de 0.25% a 14 días:

X0=0.1%; Y0= 198.54

X=0.25%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 143.07

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25} = 198.54 + \left( \frac{0.25-0.1}{0.5-0.1} \right) x(143.07 - 198.54) = 177.74 \text{ Kg/cm}^2$$

### Tercera Interpolación de FBCA de 0.45% a 14 días:

X0=0.1%; Y0= 198.54

X=0.45%; Y=?

X1=0.5%; Y1= 143.07

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45} = 198.54 + \left( \frac{0.45-0.1}{0.5-0.1} \right) x(143.07 - 198.54) = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

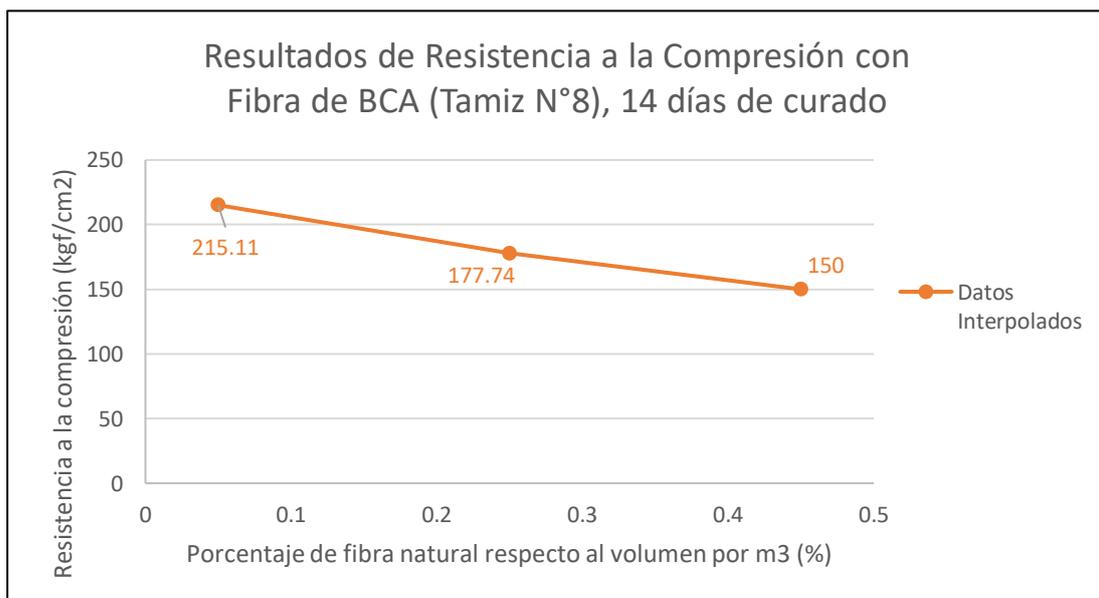


Figura 15: Gráfico Resistencia a la Compresión con Fibra de BCA a los 14 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación del gráfico:**

Se identificó que el valor de la resistencia a la compresión disminuye en una relación directa con el incremento de porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar retenidas en el tamiz N°8, para los porcentajes de 0.05, 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 7.2%, 23.3% y 35.3% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 14 días de curado.

### **Primera Interpolación de FBCA de 0.05% a 28 días:**

$$X_0=0.0\%; Y_0= 269.50$$

$$X=0.05\%; Y=?$$

$$X_1=0.1\%; Y_1= 277.89$$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.05}= 269.50 + \left(\frac{0.05-0.0}{0.1-0.0}\right) x(277.89 - 269.50) = 273.70 \text{ Kg/cm}^2$$

### **Segunda Interpolación de FBCA de 0.25% a 28 días:**

$$X_0=0.1\%; Y_0= 277.89$$

$$X=0.25\%; Y=?$$

$$X_1=0.5\%; Y_1= 220.52$$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.25}= 277.89 + \left(\frac{0.25-0.1}{0.5-0.1}\right) x(220.52 - 277.89) = 256.38 \text{ Kg/cm}^2$$

### **Tercera Interpolación de FBCA de 0.45% a 28 días:**

$$X_0=0.1\%; Y_0= 277.89$$

$$X=0.45\%; Y=?$$

$$X_1=0.5\%; Y_1= 220.52$$

Aplicando la fórmula de interpolación lineal.

$$Y_{0.45}=277.89 + \left(\frac{0.45-0.1}{0.5-0.1}\right) x(220.52 - 277.89) = 227.69 \text{ Kg/cm}^2$$

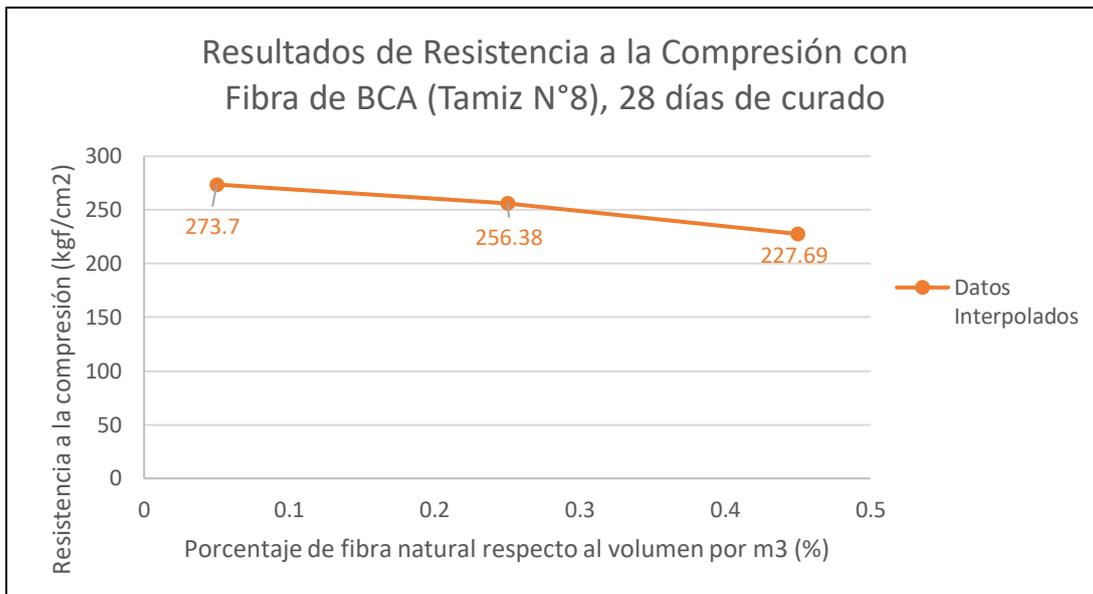


Figura 16: Gráfico Resistencia a la Compresión con Fibra de BCA a los 28 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

Se identificó que el valor de la resistencia a la compresión se incrementa con la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar, retenida por el tamiz N°8, de 0.05 en un valor de 1.6% con respecto a la resistencia del concreto patrón a la edad de 28 días de curado. Así mismo, disminuye con el incremento de porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar, retenida por el tamiz N°8, para los porcentajes de 0.25 y 0.45 se identificó una disminución en dicha propiedad en valores de 4.9% y 15.5% respectivamente con respecto al valor presentado por el concreto patrón a la edad de 28 días de curado.

### Resumen de resultados

Por medio de la aplicación de la interpolación en los resultados de las propiedades mecánicas del concreto de compresión y flexión, encontrados en los antecedentes, se pudo obtener nuevos datos. Dichos datos reflejan en su conjunto una interacción con las propiedades mecánicas del concreto con los porcentajes de las fibras aplicadas y su porcentaje de variación. Por ello, a continuación, se presentará los siguientes gráficos generales.

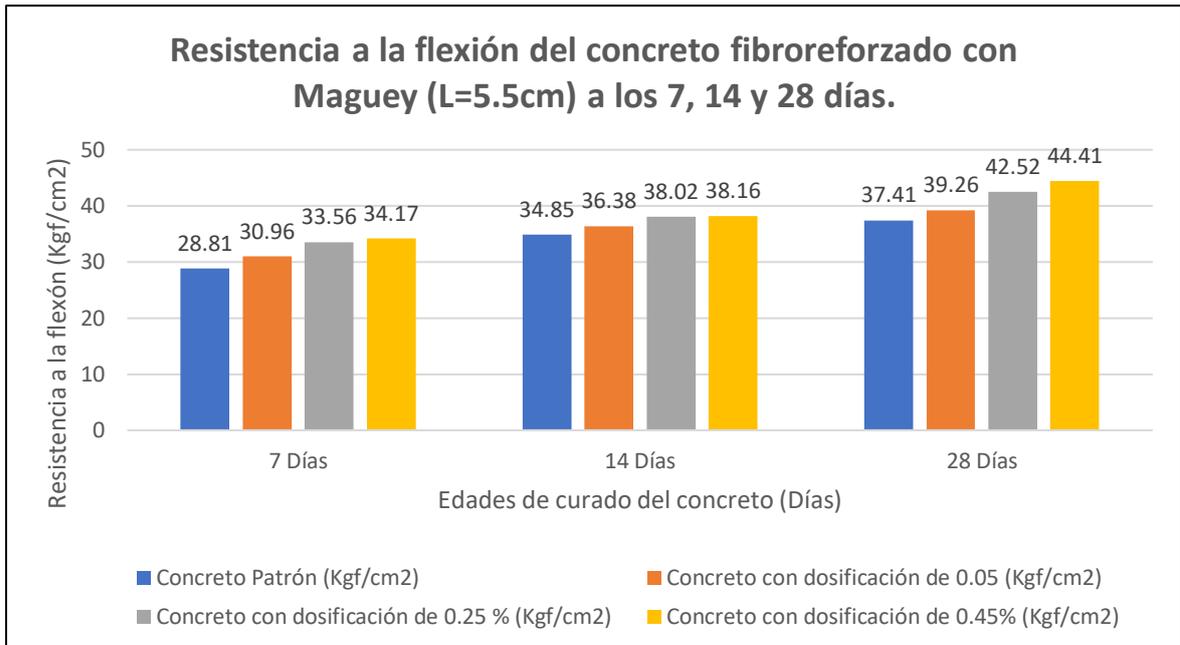


Figura 17: Gráfico Datos Finales de Resistencia a la Flexión con FM a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación del gráfico:**

El grafico presentado determina una tendencia al incremento de la resistencia a la flexión en relación directa al incremento de fibras de maguey, este efecto se identifica en todas las edades de análisis determinadas, siendo entre todas las dosificaciones la de 0.45% la que representa el mayor incremento con un valor de 18.7% a los 28 días.

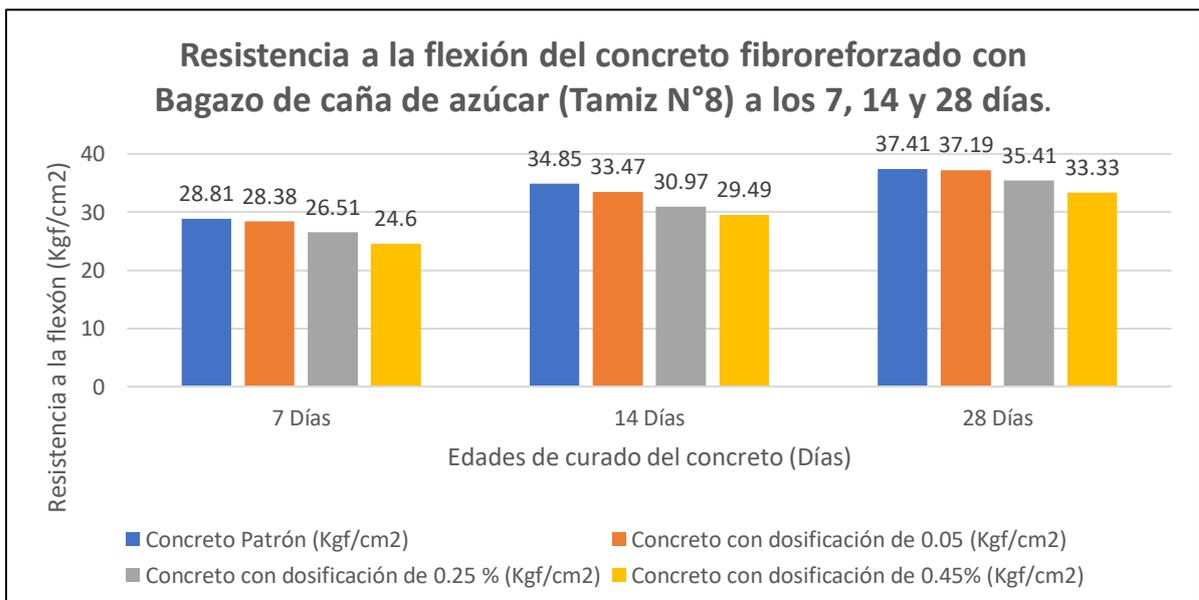


Figura 18: Gráfico Datos Finales de Resistencia a la Flexión con FBCA a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

El gráfico presentado determina una tendencia de disminución de la resistencia a la flexión en relación directa al incremento de fibras de bagazo de caña de azúcar, este efecto se identifica en todas las edades de análisis determinadas, siendo entre todas las dosificaciones la de 0.05% la que representa la menor disminución con un valor de 0.6% a los 28 días.

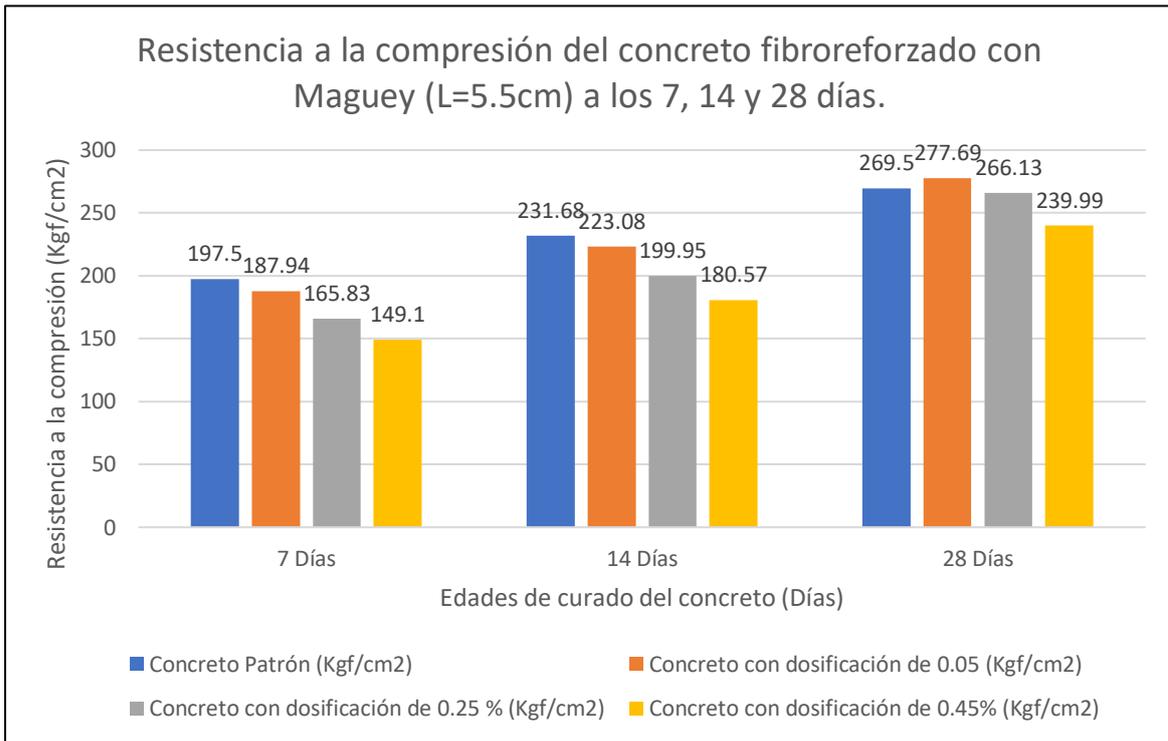


Figura 19: Gráfico Datos Finales Resistencia a la Compresión con FM a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

El gráfico presentado determina una tendencia de disminución de la resistencia a la compresión en relación directa al incremento de fibras de maguey, este efecto se identifica en casi todas las edades de análisis determinadas. Sin embargo, se identificó un incremento en dicha propiedad para la dosificación de 0.05% con un valor de 3% a los 28 días.

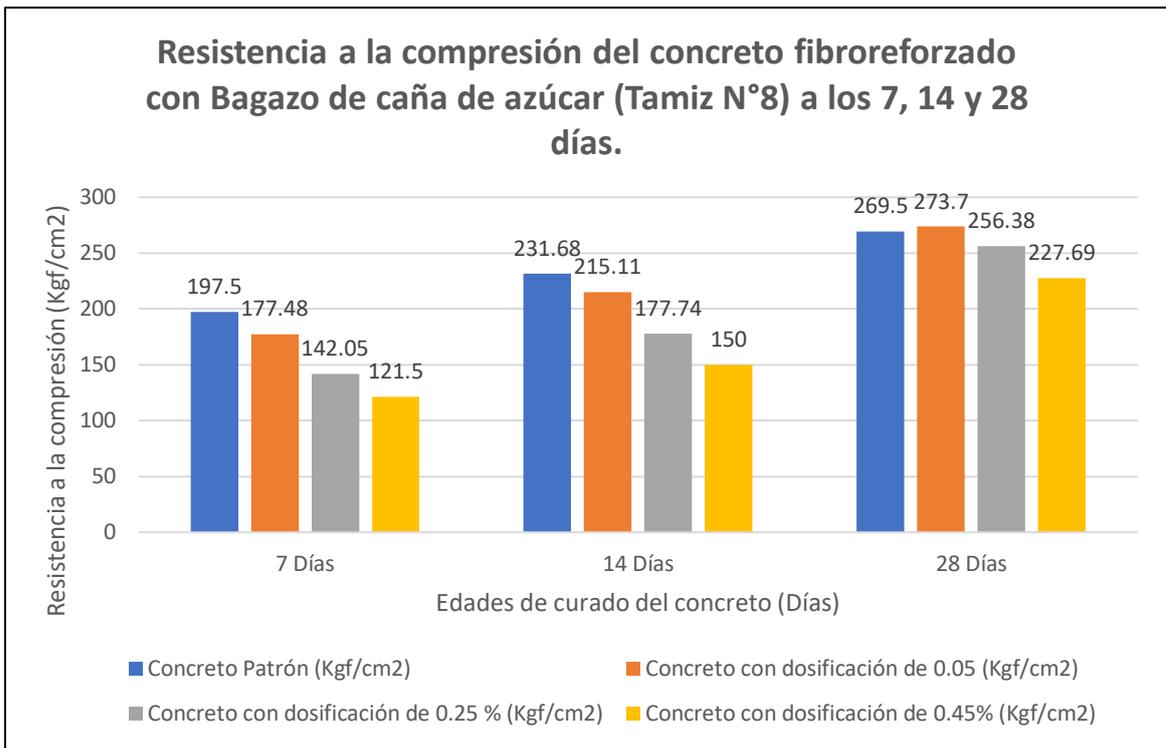


Figura 20: Gráfico Datos Finales Resistencia a la Compresión con FBCA a 7, 14 y 28 días.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del gráfico:

El gráfico presentado determina una tendencia de disminución de la resistencia a la compresión en relación directa al incremento de fibras de bagazo de caña de azúcar, este efecto se identifica en casi todas las edades de análisis determinadas. Sin embargo, se identificó un incremento en dicha propiedad para la dosificación de 0.05% con un valor de 1.6% a los 28 días.

Por todo lo calculado en ambas propiedades, se puede sintetizar, que la aplicación de 0.05 en porcentaje relacionado al volumen por metro cubico de concreto para ambas fibras, es óptimo para incrementar las propiedades mecánicas, sin embargo, no solo es un aporte a dichas propiedades, sino que también aportan un mejor control de fisuras y un comportamiento residual, lo cual se representa como un mayor tiempo de vida útil de un pavimento rígido.

## Costos y Presupuestos

Esta parte de los resultados se basa en la determinación del costo adicional representado por la implementación de fibras en los porcentajes dentro de los cuales se analizaron. Así mismo, cabe resaltar que dicho resultado será producto de un análisis de costos unitarios basados en los resultados calculados en esta investigación (0.05%, mejor resultado) y datos encontrados en la tesis “*Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica*”, desarrollada por Herrera y Polo (2017).

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto ( $f'c$ )		<b>210</b>	kgf / cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f'cr$ )		294	kgf / cm <sup>2</sup>
DISEÑO DE MEZCLA			
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia	<b>Plástica</b>	
	Asentamiento	3" a 4"	
CONCRETO A DISEÑAR	<b>Concreto sin aire incorporado</b>		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		<b>205</b>	lt/m <sup>3</sup>
CONTENIDO DE AIRE TOTAL		<b>2</b>	%
RELACION AGUA / CEMENTO		<b>0.5584</b>	
FACTOR CEMENTO		<b>367.1203</b>	kg / m <sup>3</sup>
		<b>8.6381</b>	Bolsas / m <sup>3</sup>
CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	CEMENTO	<b>0.1288</b>	m <sup>3</sup>
	AGUA	<b>0.2050</b>	m <sup>3</sup>
	AIRE	<b>0.0200</b>	m <sup>3</sup>
	SUMA DE VOLÚMENES	<b>0.3538</b>	m <sup>3</sup>
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	<b>0.6462</b>	m <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	<b>42.72</b>	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	<b>0.4272</b>	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	<b>0.2761</b>	m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	<b>0.3701</b>	m <sup>3</sup>
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	<b>587.140</b>	kg / m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	<b>1006.216</b>	kg / m <sup>3</sup>
CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m <sup>3</sup>	CEMENTO	<b>367.12</b>	kg / m <sup>3</sup>
	AGUA DE DISEÑO	<b>205.00</b>	lt/m <sup>3</sup>
	Ag. FINO SECO	<b>587.14</b>	kg / m <sup>3</sup>
	Ag. GRUESO SECO	<b>1006.22</b>	kg / m <sup>3</sup>

Figura 21: Cuadro Diseño de Mezcla de Concreto  $f'c$ :210kg/cm<sup>2</sup>, Losa Maciza Walker. Fuente: Herrera y Polo (2017).

CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	1008.329	kg / m <sup>3</sup>
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m <sup>3</sup>
	AGREGADO GRUESO	-5.836	lt/m <sup>3</sup>
	APORTE TOTAL	-12.412	lt/m <sup>3</sup>
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.41	lt/m <sup>3</sup>
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m <sup>3</sup>	CEMENTO	367.12	kg / m <sup>3</sup>
	AGUA EFECTIVA	217.41	lt/m <sup>3</sup>
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m <sup>3</sup>
	Ag. GRUESO HÚMEDO	1008.33	kg / m <sup>3</sup>
RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	
RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO: (C : F : G : A)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.75	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO:	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.17	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.54	kg / saco
	Ag. GRUESO HÚMEDO	116.73	kg / saco

PROPORCION EN VOLUMEN %		PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)		
CEMENTO	12.68	CEMENTO	367.12	kg/m <sup>3</sup>
Ag. FINO	27.40	Ag. FINO	592.07	kg/m <sup>3</sup>
Ag. GRUESO	36.51	Ag. GRUESO	1008.33	kg/m <sup>3</sup>
AGUA	21.40	AGUA	217.41	lt/m <sup>3</sup>
AIRE	2.00	TOTAL	2184.93	kg/m <sup>3</sup>
TOTAL	100.00			

Figura 22: Cuadro Corrección por factor humedad al diseño de mezcla de concreto patrón.  
Fuente: Herrera y Polo (2017).

**Tabla 3:** Aporte Unitario de Fibra de Maguey.

APORTE UNITARIO DE MATERIALES				
MAGUEY		CANTIDAD		UNIDAD
Recolección de planta		300		und
Peso por planta		10		kg
Precio por planta		15		soles
Precio parcial de plantas		4500		soles
Precio por transporte		1200		soles
Capacidad del vehículo		3000		kg
Precio total de plantas		5700		soles
Entonces:				
3000	kg	-----	5700	soles
1	kg	-----	X	soles
Precio Final de Plantas (X)=		0.526		soles/kg

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4:** Análisis de precio unitario por kilogramo de fibra de maguey (L=5.5cm).

PRECIO UNITARIO DE FIBRA DE MAGUEY			
Partida:	Fibra de maguey (L=5.5cm)		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. U.
1.00	Obtención de plantas de maguey	kg	S/ 0.53
2.00	Obtención de la fibra de maguey	kg	S/ 21.86
3.00	Corte y selección de la fibra de maguey (L=5.5cm)	kg	S/ 14.25
4.00	Tratamiento de la fibra de maguey	kg	S/ 8.69
		kg	S/ 45.33

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5:** Aporte Unitario de Fibra de Bagazo de Caña de Azúcar.

APORTE UNITARIO DE MATERIALES				
BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR		CANTIDAD		UNIDAD
Recolección		1000		kg
Precio parcial de plantas		251.19		soles
Precio por transporte		100		soles
Capacidad del vehículo		1000		kg
Precio total de plantas		351.19		soles
Entonces:				
1000	kg	-----	351.19	soles
1	kg	-----	X	soles
Precio Final de Plantas (X)=		0.351		soles/kg

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6:** A.P.U. por kilogramo de fibra de bagazo de caña de azúcar (Tamiz N°8).

PRECIO UNITARIO DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR			
Partida:	Fibra de bagazo de caña de azúcar (Tamiz N°8)		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. U.
1.00	Obtención de bagazo de caña de azúcar	kg	S/ 0.35
2.00	Secado del bagazo de caña de azúcar	kg	S/ 5.06
3.00	Molienda del bagazo de caña de azúcar	kg	S/ 1.10
4.00	Tamizado manual (N°8) de la fibra de BCA	kg	S/ 11.50
5.00	Tratamiento de la fibra de BCA	kg	S/ 5.84
		kg	S/ 23.85

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7:** A.P.U. por metro cúbico de concreto patrón f'c:210 kg/cm<sup>2</sup>.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS-CONCRETO PATRÓN (LOSA MACIZA WALKER f'c=210Kg/cm <sup>2</sup> )						
Partida:	Losa Maciza Walker f'c=210Kg/cm <sup>2</sup> (sin fibra)					
Rendimiento:	25 m3/DÍA	EQ:	25.0000	Costo unitario directo por m3		311.98
Descripción de Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0640	21.01	1.34
OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	16.16	10.34
OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	13.88	8.88
PEON		hh	10.0000	3.8400	12.52	48.08
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	0.6400	16.85	10.78
						79.43
<b>Materiales</b>						
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0.3709	45.00	16.69
ARENA GRUESA		m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO SOL TIPO 1 (42.5KG)		bls		8.6381	22.30	192.63
AGUA		m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS		gal		0.1200	9.82	1.18
						219.40
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3		hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"		hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
						13.15

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8:** A.P.U. por metro cúbico de concreto con fibra de maguey.

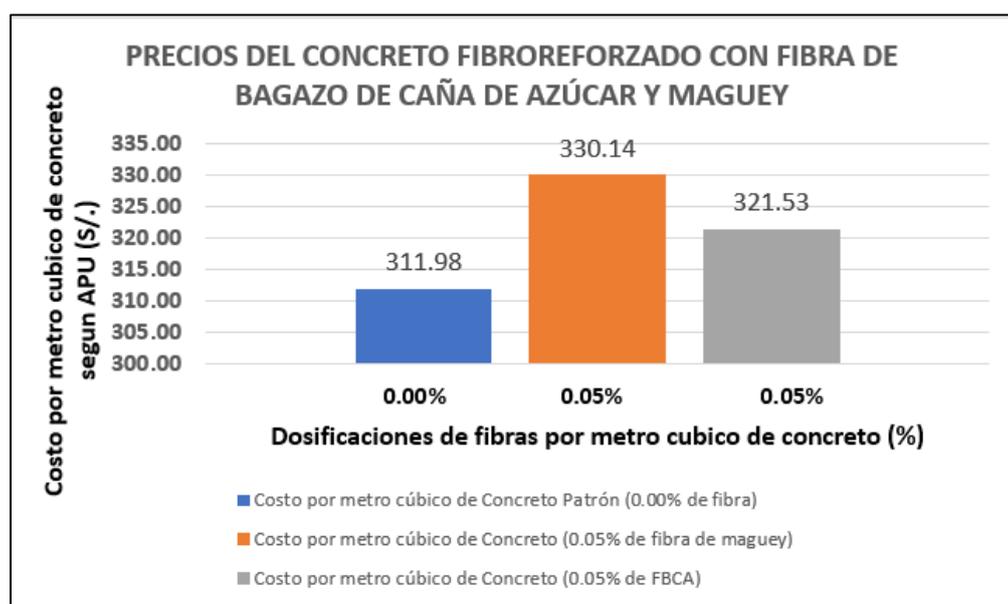
<b>A.P.U. (LOSA MACIZA WALKER f'c=210Kg/cm2 CON FIBRA DE MAGUEY L=5.5cm-0.05%Vol)</b>							
<b>Partida:</b>	<b>Losa Maciza Walker f'c=210Kg/cm2 (con fibra de maguey L=5.5cm-0.05%Vol)</b>						
Rendimiento:	25 m3/DÍA	EQ:	25.0000	Costo unitario directo por m3		330.14	
Descripción de Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.2000		0.0640	21.01	1.34
OPERARIO		hh	2.0000		0.6400	16.16	10.34
OFICIAL		hh	2.0000		0.6400	13.88	8.88
PEON		hh	10.0000		3.8400	12.52	48.08
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000		0.6400	16.85	10.78
							79.43
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3			0.3709	45.00	16.69
ARENA GRUESA		m3			0.2784	27.53	7.66
CEMENTO SOL TIPO 1 (42.5KG)		bls			8.6381	22.30	192.63
FIBRA NATURAL		kg			0.4007	45.33	18.16
AGUA		m3			0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS		gal			0.1200	9.82	1.18
							237.56
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3		hm	1.0000		0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"		hm	1.0000		0.3200	5.55	1.78
							13.15

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9:** A.P.U. por metro cúbico de concreto con FBCA.

A.P.U. (LOSA MACIZA WALKER f'c=210Kg/cm2 CON F.B.C.A. TAMIZ N°8-0.05%Vol)							
Partida:	Losa Maciza Walker f'c=210Kg/cm2 (con F.B.C.A. Tamiz N°8-0.05%Vol)						
Rendimiento:	25 m3/DÍA	EQ:	25.0000	Costo unitario directo por m3		321.53	
Descripción de Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.2000		0.0640	21.01	1.34
OPERARIO		hh	2.0000		0.6400	16.16	10.34
OFICIAL		hh	2.0000		0.6400	13.88	8.88
PEON		hh	10.0000		3.8400	12.52	48.08
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000		0.6400	16.85	10.78
							79.43
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3			0.3709	45.00	16.69
ARENA GRUESA		m3			0.2784	27.53	7.66
CEMENTO SOL TIPO 1 (42.5KG)		bls			8.6381	22.30	192.63
FIBRA NATURAL		kg			0.4007	23.85	9.56
AGUA		m3			0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS		gal			0.1200	9.82	1.18
							228.95
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3		hm	1.0000		0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"		hm	1.0000		0.3200	5.55	1.78
							13.15

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23:** Gráfico Precios por metro cubico de concreto con FM y FBCA (0.05%).

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se puede identificar el precio por metro cúbico del concreto con una dosificación de 0.05% de fibra de maguey y fibra de bagazo de caña de azúcar. Así mismo, se puede resaltar que el costo del concreto fibroreforzado con maguey y bagazo de caña de azúcar representan un costo adicional de 5.8% (S/.18.16) y 3.1% (S/.9.55) respectivamente por metro cubico de concreto para pavimentos rígidos.

## V. DISCUSIÓN

### **Influencia de la fibra de maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.**

**Resultado:** Al incorporar **fibras de maguey** en el concreto se identificó que es posible una mejora en sus propiedades mecánicas de resistencia a la flexión y compresión.

**Antecedente:** Ruiz Gonzales, en su investigación "*Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019*", agrego un porcentaje (8kg) de fibra de yute respecto al volumen por metro cubico de un concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , de esta manera se obtuvo variaciones en las propiedades mecánicas del concreto, con la aplicación de la fibra de yute obtuvo una resistencia a la flexión inferior a la del concreto patrón, pero con una resistencia residual mayor. Así mismo, identifico que todas las mezclas analizadas que contenían fibras representan resistencia residual.<sup>49</sup>

**Hipótesis:** La dosificación incorporada de fibras de maguey influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

Por medio de la interpolación aplicada como parte del método de análisis documental se determina que la fibra de maguey **si influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.**

**Pregunta:** ¿Cuánto de la fibra de maguey a incorporar determina una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?

Durante el desarrollo del presente estudio, se ejecutó un análisis de las propiedades mecánicas del concreto ( $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ ) fibroreforzado con maguey (0.05%, 0.25% y 0.45%), dando como resultado (más favorable) un incremento en las propiedades mecánicas en valores de 5% (resistencia a la flexión) y 3% (resistencia a la compresión) referente a una dosificación de 0.05% a los 28 días de curado.

### **Influencia de la fibra de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.**

**Resultado:** Al incorporar **fibras de bagazo de caña de azúcar** en el concreto se identificó que es posible una mejora en una de sus propiedades mecánicas.

**Antecedente:** Bejarano, en su investigación “*Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kun, 2019, Bogotá-Colombia*”, agrego una dosificación (1%) de fibra de guadua expuestas a radiación UVB respecto al volumen por metro cubico de un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , de esta manera se obtuvieron variaciones en las propiedades mecánicas del concreto, con la aplicación de la fibra guadua obtuvo un incremento para la resistencia a la compresión de hasta un 13.4% y un comportamiento residual.<sup>50</sup>

**Hipótesis:** La dosificación incorporada de fibras de bagazo de caña de azúcar influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

Por medio de la interpolación aplicada como parte del método de análisis documental se determina que la fibra de bagazo de caña de azúcar **si influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos**, haciendo referencia a la resistencia a la compresión.

**Pregunta:** ¿Cuánto de la fibra de bagazo de caña de azúcar a incorporar determina una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?

Durante el desarrollo del presente estudio, se ejecutó un análisis de las propiedades mecánicas del concreto ( $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ ) fibroreforzado con bagazo de caña de azúcar (0.05%, 0.25% y 0.45%), dando como resultado (más favorable) un incremento en la propiedad mecánica en un valor de 1.6% (resistencia a la compresión) referente a una dosificación de 0.05% a los 28 días de curado. Sin embargo, cabe resaltar que la resistencia a la flexión tiende a decaer en todos los puntos de análisis, por ello, se optó por tomar la dosificación de 0.05 debido a que representa la diferencia mínima con un valor de 0.6% con respecto a la resistencia a flexión del concreto patrón.

**Influencia de la fibra de maguey en la relación costo-beneficio de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.**

**Resultado:** Al incorporar **fibras de maguey** en el concreto se identificó que es posible una mejora en las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión y compresión, y puede representar un costo adicional mínimo en comparación con la mejora de las propiedades mecánicas, el mejor control de fisuración y el comportamiento residual adquirido.

**Antecedente:** Ruíz González, en su investigación “*Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019*”, agrego un porcentaje (8kg) de fibra de yute respecto al volumen por metro cubico de un concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , de esta manera se obtuvo variaciones en las propiedades mecánicas del concreto, con la aplicación de la fibra de yute obtuvo una resistencia a la flexión inferior a la del concreto patrón, pero con una resistencia residual mayor. Así mismo, identifico que todas las mezclas analizadas que contenían fibras representan resistencia residual, pero, de entre ellas la fibra de yute representaba el mayor costo adicional (200% del costo del concreto patrón).<sup>51</sup>

**Hipótesis:** La dosificación incorporada de fibras de maguey representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

Por medio del análisis de costos desarrollado como parte del método de análisis documental se determina que la fibra de maguey **si influye en la mejora de la relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.**

**Pregunta:** ¿Cuánto de la fibra de maguey a incorporar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?

Durante el desarrollo del presente estudio, se ejecutó un análisis de las propiedades mecánicas del concreto ( $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ ) fibroreforzado con maguey (0.05%, 0.25% y 0.45%), dando como resultado (más favorable) un incremento en las propiedades mecánicas en valores de 5% (resistencia a la flexión) y 3% (resistencia a la compresión) referente a una dosificación de 0.05% a los 28 días de curado. Así mismo, referente a esta dosificación identificada, se determinó un costo adicional con un valor de 5.8% (S/.18.16) con respecto al precio del concreto patrón.

**Influencia de la fibra de bagazo de caña de azúcar en la relación costo-beneficio de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.**

**Resultado:** Al incorporar **fibras de bagazo de caña de azúcar** en el concreto se identificó que es posible una mejora en una de sus propiedades mecánicas, y puede representar un costo adicional mínimo en comparación con la mejora de la propiedad de resistencia a la compresión, el mejor control de fisuración y el comportamiento residual adquirido.

**Antecedente:** Bejarano, en su investigación “*Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kun, 2019, Bogotá-Colombia*”, agrego una dosificación (1%) de fibra de guadua expuestas a radiación UVB respecto al volumen por metro cubico de un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , de esta manera se obtuvieron variaciones en las propiedades mecánicas del concreto, con la aplicación de la fibra guadua obtuvo un incremento para la resistencia a la compresión de hasta un 13.4% y un comportamiento residual.<sup>52</sup>

**Hipótesis:** La dosificación incorporada de fibras de bagazo de caña de azúcar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

Por medio del análisis de costos desarrollado como parte del método de análisis documental se determina que la fibra de bagazo de caña de azúcar **si influye en la mejora de la relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.**

**Pregunta:** ¿Cuánto de la fibra de bagazo de caña de azúcar a incorporar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?

Durante el desarrollo del presente estudio, se ejecutó un análisis de las propiedades mecánicas del concreto ( $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ ) fibroreforzado con bagazo de caña de azúcar (0.05%, 0.25% y 0.45%), dando como resultado (más favorable) un incremento en la propiedad mecánica en un valor de 1.6% (resistencia a la compresión) referente a una dosificación de 0.05% a los 28 días de curado. Sin embargo, cabe resaltar que la resistencia a la flexión tiende a decaer en todos los puntos de análisis, por ello, se optó por tomar la dosificación de 0.05 debido a que representa la diferencia mínima con un valor de 0.6% con respecto a la resistencia a flexión del concreto patrón. Así mismo, referente a esta dosificación identificada, se determinó un costo adicional con un valor de 3.1% (S/.9.55) con respecto al precio del concreto patrón.

## VI. CONCLUSIONES

Identificar cuanto influye la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar y maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

1. Se identificó en cuanto influyen las fibras de maguey y bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, es decir, que se logró cuantificar la variación en los valores de resistencia a la flexión y compresión del concreto de  $f'c:210 \text{ kg/cm}^2$  analizado en dosificaciones de 0.05%, 0.25 y 0.45% con respecto al volumen por metro cúbico en edades de curado de 7, 14 y 28 días; dentro de los cuales se identificó un punto de análisis tentativo debido a que representó una interacción propia para proyectarse en su aplicación para pavimentos rígidos.

Analizar el efecto originado por la dosificación a incorporar de fibra de maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

2. Se analizó el efecto originado en un concreto patrón de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , cuyos resultados en los ensayos de compresión y flexión a los 28 días de curado fueron  $269.50\text{kg/cm}^2$  y  $37.41\text{kg/cm}^2$  respectivamente. El efecto generado se expresa como un incremento en la propiedad mecánica de resistencia a la compresión por la incorporación de fibras de maguey en una dosificación del 0.05%, la cual presenta un valor de  $277.69\text{kg/cm}^2$  (3% mayor) a los 28 días de curado. Así mismo, se puede afirmar que otro efecto generado por la incorporación de fibras de maguey en una dosificación del 0.05% es el incremento de la propiedad mecánica de la resistencia a la flexión, la cual presenta un valor de  $39.26\text{kg/cm}^2$  (5% mayor) a los 28 días de curado. Cabe resaltar que la dosificación de 0.05% resalta de entre otros puntos de análisis debido a que representa un aumento en ambas propiedades mecánicas analizadas y por ello se valida su aplicación en pavimentos rígidos.

Analizar el efecto originado por la dosificación a incorporar de fibra de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

3. Se analizó el efecto originado en un concreto patrón de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , cuyos resultados en los ensayos de compresión y flexión a los 28 días de curado fueron  $269.50\text{kg/cm}^2$  y  $37.41\text{kg/cm}^2$  respectivamente. El efecto generado se expresa como un incremento en la propiedad mecánica de resistencia a la

compresión por la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar en una dosificación del 0.05%, la cual presenta un valor de 273.70kg/cm<sup>2</sup>(1.6% mayor) a los 28 días de curado. Sin embargo, se puede identificar que otro efecto generado por la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar en una dosificación del 0.05% es la disminución de la propiedad mecánica de la resistencia a la flexión, la cual presenta un valor de 37.19kg/cm<sup>2</sup>(0.6% menor) a los 28 días de curado. Cabe resaltar que la dosificación de 0.05% resalta de entre otros puntos de análisis debido a que representa un aumento en la propiedad de resistencia a la compresión y la diferencia mínima respecto a la resistencia a la flexión, por lo cual es posible su aplicación en pavimentos rígidos.

Identificar la mejor relación costo-beneficio de la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

4. Se identificó la mejor relación costo-beneficio, dada entre las propiedades mecánicas de un concreto patrón de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , cuyo metro cúbico reflejó un costo de S/.311.98 según el análisis de costos unitarios desarrollado, y la incorporación de fibras de maguey en una dosificación de 0.05% cuyo valor se reflejó en un costo de S/.330.14(S/.18.16 adicional, 5.8%) por metro cúbico de concreto fibroreforzado según su respectivo análisis de costos unitarios; representando un incremento de las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión en valores de 3% y 5% respectivamente a los 28 días de curado. Así mismo, cabe resaltar que el concreto fibroreforzado tiende a desarrollar un mejor control de fisuras y un nuevo comportamiento residual(post-fisuración), todo ello es contemplado como parte del valor agregado.

Identificar la mejor relación costo-beneficio de la incorporación de fibras de maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.

5. Se identificó la mejor relación costo-beneficio, dada entre las propiedades mecánicas de un concreto patrón de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , cuyo metro cúbico reflejó un costo de S/.311.98 según el análisis de costos unitarios desarrollado, y la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar en una dosificación de

0.05% cuyo valor se reflejó en un costo de S/.321.53(S/.9.55 adicional, 3.1%) por metro cubico de concreto fibroreforzado según su respectivo análisis de costos unitarios; representando un incremento de la propiedad mecánica de resistencia a la compresión en un valor de 1.3%, y una disminución de 0.6% en la resistencia a la flexión a los 28 días de curado. Así mismo, cabe resaltar que el concreto fibroreforzado tiende a desarrollar un mejor control de fisuras y un nuevo comportamiento residual(post-fisuración), todo ello es contemplado como parte del valor agregado.

## VII. RECOMENDACIONES

1. La presente investigación identificó que la dosificación de 0.05% de fibra de maguey es la única que representa una mejora de 3% en la propiedad de resistencia a la compresión a los 28 días de curado de un concreto de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , por lo cual, se recomienda la aplicación de esta dosificación de 0.05% de fibra de maguey para elementos de concreto cuya naturaleza sea estar sometido a esfuerzos de compresión. Así mismo, se identificó que la dosificación de 0.05% de fibra de maguey representa una mejora de 5% en la propiedad de resistencia a la flexión a los 28 días de curado de un concreto de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , por lo cual, se recomienda su aplicación en dicha dosificación para elementos de concreto donde se requiera priorizar una mayor resistencia a la flexión.
2. La presente investigación identificó que la dosificación de 0.05% de fibra de bagazo de caña de azúcar es la única que representa una mejora de 1.3% en la propiedad de resistencia a la compresión a los 28 días de curado de un concreto de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ , por lo cual, se recomienda la aplicación de esta dosificación de 0.05% de fibra de bagazo de caña de azúcar para elementos de concreto cuya naturaleza sea estar sometido a esfuerzos de compresión.
3. Dadas las conclusiones sobre la interacción presentada entre las propiedades mecánicas del concreto y la aplicación de las fibras de maguey y bagazo de caña de azúcar, se ha determinado que la fibra de maguey proporciona un mayor valor en las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión (3%) y resistencia a la flexión (5%) en una dosificación de 0.05% con respecto a la fibra de bagazo de caña de azúcar (1.3% solo en resistencia a compresión). Por ello, se recomienda la utilización de la fibra de maguey sobre la fibra de bagazo de caña de azúcar en caso de un contexto donde se presente accesibilidad hacia dichos productos.
4. En el presente estudio se identificó la mejor relación costo-beneficio entre las propiedades mecánicas de un concreto de  $f'c:210\text{kg/cm}^2$  y la incorporación de fibras de maguey y bagazo de caña de azúcar para dosificaciones de 0.05%, sin embargo, cabe resaltar que el desarrollo se basó en el análisis de precios unitarios orientados a su producción en el distrito de Chorrillos en la provincia de Lima en el departamento de Lima, teniendo como resultado un costo de

S/.330.14 por metro cubico de concreto fibroreforzado con maguey y un costo de S/.321.53 por metro cubico de concreto fibroreforzado con bagazo de caña de azúcar. Por ello, se recomienda el desarrollo de nuevos análisis precios unitarios basándose en la accesibilidad de los productos naturales (fibras) debido a que el maguey tiende a ser de mayor accesibilidad en los andes peruanos y la caña de azúcar en zonas tropicales como la región selva de nuestro país.

## REFERENCIAS

1. PRADO, J. y GARCIA, I. *Sustainable Development: New Research* [en línea]. New York: Edited by Nova Science Publishers, 2013. p. 2 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISBN: 978-1-62081-963-0. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzU0MTU1NV9fQU41?sid=008cb651-c975-4030-b862-186bfa3216cc@sdv-sessmgr01&vid=3&format=EB&rid=3>
2. RAHAJENG, A., HERU, T. y IGNATIUS, A. Efect of ecological awareness, personal norms and ecological attitude to conservation behavior. *Proceedings on engineering sciences* [en línea]. 2020, febrero, Vol. 2, (2), p.189 [Fecha de consulta: 8 de octubre 2020]. ISSN: 2683-4111. Disponible en: <https://doaj.org/article/e6a1f5fb619043ba9f3366a528f28347>
3. NURI, C. y MURAT, K. Carbon footprint of construction industry: A global review and supply chain análisis. *Renewable and Sustainable energy reviews* [en línea]. 2020, mayo, Vol. 124, (24), p.2 [Fecha de consulta: 6 de octubre 2020]. ISSN: 1364-0321. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032120300794>
4. EL KHOULI, S., JOHN, V. y ZEUMER, M. *Sustainable construction techniques* [en línea]. Múnich: Edited by Detail Green Books, 2015. p.6 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISBN: 978-3-95553-239-0. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzEwMzM4NzJfX0FO0?sid=faa1e9b4-7721-48e9-8f9a-1f8b09a56a0b@sdv-sessmgr02&vid=2&hid=http://eds.a.ebscohost.com/&format=EB>
5. ALEXANDER, D. *Determinación de la resistencia residual promedio (análisis post-fisuración) del concreto reforzado con fibra sintética PET+PP* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Colombia, 2017. p.38 [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/15338>
6. RUIZ GONZALES, J. *Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo de Perú, 2019. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35455>

7. HERRERA LAZARTE, S. y POLO ROCA, M. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Santa María de Perú. 2017. [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddb255a/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddb255a/Details)
8. LÁZARO LEÓN, L. *Comparación Técnica entre el Concreto Reforzado Con Fibras Naturales y el Concreto Convencional en el Distrito de Marca-Recuay-Ancash, 2017* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo de Perú, 2018. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26899>
9. ESPAÑA DULCE, C. y MOLINA GÓMEZ, L. *Evaluación de la resistencia de una mezcla de concreto al adicionarle fibra natural tipo bagazo de caña panelera generada en el departamento de Nariño, Colombia* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Nariño de Colombia, 2013. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://sired.udenar.edu.co/1573/>
10. ESPINOZA CARBAJAL, K. *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar, Ecuador* [en línea]. Tesis de grado para el título de magister en ingeniería civil. Universidad de Cuenca de Ecuador, 2015. [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23026>
11. BEJARANO VIGOYA, D. *Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kun* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Colombia, 2019. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24124/1/ESTUDIO%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20MEC%C3%81NICA%20DEL%20CONCRETO%20REFORZADO%20CON%20FIBRAS%20DE%20GUADUA%20ANGUSTIFOLIA%20KUNT.pdf>
12. BROWN, J. *Macro synthetic fiber addition to concrete marine structures in freeze thaw environments* [en línea]. Tesis para optar por el grado de Magister

en ingeniería civil. Dalhousie University Halifax of Nova Scotia, 2012. [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Macro-Synthetic-Fiber-Addition-To-Concrete-Marine-Brown/c1fdb27bd7921472f7e1ab977ad64aeb7b88b397?p2df>

13. MARTE, A. *Testing of Fibre Reinforced Concrete Structures: Shear Capacity of Beams with Openings* [en línea]. Tesis para optar por el grado de Magister en Tecnología de la Construcción. Norwegian University of Science and Technology, 2012. [Fecha de consulta: 6 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/236971?locale-attribute=en>
14. MARRERO, R., SOTO, H., BENÍTES, F., MEDINA, C. y SUÁREZ, O. *Study of high-strength concrete reinforced with bamboo fibers* [en línea]. Illinois: Edited by TechConnect Briefs, 2017. pp. 301-304 [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Vol. 2. ISBN: 978-0-9975117-9-6. Disponible en: <https://briefs.techconnect.org/papers/study-of-high-strength-concrete-reinforced-with-bamboo-fibers/>
15. QUINTERO, M., COLORADO, H. y MONTEIRO, S. Composites of Portland cement and fibers of *Guadua angustifolia* Kunth from Colombia. *Journal of Composite Materials* [en línea]. 2018, agosto, Vol. 53, (7), pp.883-892 [Fecha de consulta: 7 de octubre 2019]. ISSN: 0021-9983. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0021998318792297>
16. JAMALUDIN, Y. y TIAN, L. Mechanical properties of kenaf fiber reinforced concrete with different fiber content and fiber length. *Journal of Asian Concrete Federation* [en línea]. 2015, septiembre, Vol. 1, (1), pp.11-21 [Fecha de consulta: 11 de septiembre 2019]. ISSN: 2465-7972. Disponible en: <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06523406>
17. BRINDHA, M., SALMAN, K., SIVA, S., SATHIS, A. y VIVEK, V. Properties of Concrete Reinforced With Bamboo Fibre. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* [en línea]. 2017, marzo, Vol. 6, (3), pp. 3809-3812 [Fecha de consulta: 15 de octubre 2019]. ISSN: 2319-8753. Disponible en: [http://www.ijirset.com/upload/2017/march/149\\_Properties.pdf](http://www.ijirset.com/upload/2017/march/149_Properties.pdf)

18. SIKA. Sika informaciones técnicas: Concreto reforzado con fibras. *Innovation and consistency* [en línea]. 2011, agosto, pp.1-11 [Fecha de consulta: 11 de septiembre 2019]. ISSN: 0122-0594. Disponible en: [https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras\\_Brochure.pdf](https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf)
19. VIDAL, G. y HORMASABAL, S. *Las fibras vegetales y sus aplicaciones: Innovación en su generación a partir de la depuración de agua* [en línea]. Concepción: Universidad de Concepción, 2016. p.21 [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019]. ISBN: 978-956-227-405-0. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/322852114\\_Las\\_fibras\\_vegetales\\_y\\_sus\\_aplicaciones\\_Innovacion\\_en\\_su\\_generacion\\_a\\_partir\\_de\\_la\\_depuracion\\_de\\_agua](https://www.researchgate.net/publication/322852114_Las_fibras_vegetales_y_sus_aplicaciones_Innovacion_en_su_generacion_a_partir_de_la_depuracion_de_agua)
20. MOLINA, L. y ESPAÑA, C. *Evaluación de la resistencia de una mezcla de concreto, al adicionarle fibra natural tipo bagazo de caña paneleragenerada en el departamento de Nariño* [en línea]. Tesis para obtener el título en ingeniería civil e ingeniería ambiental. Nariño: Universidad de Nariño, Colombia, 2013. p.30 [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89724.pdf>
21. BEJARANO VIGOYA, D. *Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kun* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Colombia, 2019. p.27 [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24124/1/ESTUDIO%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20MEC%C3%81NICA%20DEL%20CONCRETO%20REFORZADO%20CON%20FIBRAS%20DE%20GUADUA%20ANGUSTIFOLIA%20KUNT.pdf>
22. POLO ROCA, M. y HERRERA LAZARTE, S. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de **Arequipa**, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Santa María de Perú. 2017. p.76 [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2020]. Disponible en:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details)

23. DELATTE, N. *Concrete pavement design, construction, and performance* [en línea]. New York: CRC Press, 2014. p. 19 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISBN: 978-1-4665-7510-3. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=toahAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=paviment+of+concrete&ots=3XQ5M54Vb\\_&sig=ficZ9TxNayEedMYbLDaZNHpjctE#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=toahAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=paviment+of+concrete&ots=3XQ5M54Vb_&sig=ficZ9TxNayEedMYbLDaZNHpjctE#v=onepage&q&f=false)
24. MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. Lima, junio de 2016. p. 789 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)
25. MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. Lima, junio de 2016. p. 828 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)
26. MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. Lima, junio de 2016. p. 823 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)
27. ZANUY, C. y ULZURRUN, G. Residual behavior of reinforced steel fiber-reinforced concrete beams damaged by impact. *Structural concrete* [en línea]. 2019, abril, p.612 [Fecha de consulta: 8 de octubre 2019]. ISSN: 1464-4177. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=3a4dcda9-1adb-4799-88c5-a6c2bc419267%40sdc-v-sessmgr03>
28. COCCIA, M. Competition between basic and applied research in the organizational behaviour of public research labs. *Journal of economics library* [en línea]. 2018, junio, Vol.5, (2), p.118 [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2019]. ISSN: 2149-2379. Disponible en: <http://www.kspjournals.org/index.php/JEL/article/view/1652/1687>
29. HOLÝ, V. y SAÑ, K. Are economically advanced countries more efficient in basic and applied research? *Central European Journal of Operations Research* [en

- línea]. 2018, diciembre, Vol.26, (4), p.934 [Fecha de consulta: 11 de octubre 2019]. ISSN: 1435-246X. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=40828bda-4a97-42b8-9980-2212e011f638%40sdc-v-sessmgr02>
30. RAMOS PIÑERO, M. Investigación retrospectiva para dar origen de una enfermedad ocupacional musculoesquelética. *Salud de los trabajadores* [en línea]. 2014, junio, Vol.22, (1), p.67 [Fecha de consulta: 20 de septiembre 2019]. ISSN: 1315-0138. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/st/v22n1/art08.pdf>
31. YANG, W., LI, Y., ZHOU, W. y LI, H. Learning to Design Research: Students' Agency and Experiences in a Master of Education Program in Hong Kong. *ECNU Review of Education* [en línea]. 2020, junio, Vol.3, (2), p.293 [Fecha de consulta: 10 de octubre 2020]. ISSN: 2096-5311. Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1258687.pdf>
32. HUSEYIN, K. y MEHMET, Y. Review of experimental designs and methods in economics of education Research. *Finansal Arařtırmalar ve alıřmalar Dergisi* [en línea]. 2020, julio, Vol.12, (23), p.525 [Fecha de consulta: 3 de octubre 2020]. ISSN: 1309-1123. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/343853661\\_REVIEW\\_OF\\_EXPERIMENTAL\\_DESIGNS\\_AND\\_METHODS\\_IN\\_ECONOMICS\\_OF\\_EDUCATION\\_RESEARCH](https://www.researchgate.net/publication/343853661_REVIEW_OF_EXPERIMENTAL_DESIGNS_AND_METHODS_IN_ECONOMICS_OF_EDUCATION_RESEARCH)
33. HOBA, B., BALFOUR, R. y NKAMBULE, T. The nature of experimental and quasiexperimental research in postgraduate education research in South Africa: 1995–2004. *South African Journal of Higher Education* [en línea]. 2011, marzo, Vol.25, (2), p.271 [Fecha de consulta: 15 de septiembre 2020]. ISSN: 1011-3487. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=55dcd51f-47f0-414f-b15c-e29b8fe75fc6%40sdc-v-sessmgr03>
34. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Punta Santa Fe: McGRAW-HILL, abril de 2014. p.105 [Fecha de consulta: 17 de septiembre 2019]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez>

- [%20Fernandez%20y%20Baptista-  
Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf](#)
35. ESPINOZA CARBAJAL, K. *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar, Ecuador* [en línea]. Tesis de grado para el título de magister en ingeniería civil. Universidad de Cuenca de Ecuador, 2015. p.20 [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23026>
36. POLO ROCA, M. y HERRERA LAZARTE, S. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Santa María de Perú. 2017. p.77 [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fd255a/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fd255a/Details)
37. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta edición. Punta Santa Fe: McGRAW-HILL, abril de 2014. p.172 [Fecha de consulta: 17 de septiembre 2019]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
38. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta edición. Punta Santa Fe: McGRAW-HILL, abril de 2014. p.174 [Fecha de consulta: 17 de septiembre 2019]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
39. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta edición. Punta

- Santa Fe: McGRAW-HILL, abril de 2014. p.175 [Fecha de consulta: 17 de septiembre 2019]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
40. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta edición. Punta Santa Fe: McGRAW-HILL, abril de 2014. p.182 [Fecha de consulta: 17 de septiembre 2019]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
41. LAFUENTE, C. y MARÍN, A. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios* [en línea]. 2008, Vol.1, (64), p.9 [fecha de consulta: 01 de octubre 2019]. ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>
42. DULZAIDES IGLESIAS, M. y MOLINA GÓMEZ, A. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *Revista ACIMED* [en línea]. 2004, Vol.12, (2), p.20 [Fecha de consulta: 03 de septiembre 2019]. ISSN: 1024-9435. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/5013/1/analisis.pdf>
43. NIÑO, V. *Metodología de la investigación: diseño y ejecución* [en línea]. Primera edición. Bogotá: Ediciones de la U, mayo de 2011. p.61 [Fecha de consulta: 05 de octubre 2019]. ISBN: 978-958-8675-94-7. Disponible en: <https://www.tagusbooks.com/leer?isbn=9789587623079&li=1&idsource=3001>
44. NIÑO, V. *Metodología de la investigación: diseño y ejecución* [en línea]. Primera edición. Bogotá: Ediciones de la U, mayo de 2011. p.86 [Fecha de consulta: 05 de octubre 2019]. ISBN: 978-958-8675-94-7. Disponible en: <https://www.tagusbooks.com/leer?isbn=9789587623079&li=1&idsource=3001>
45. ROBERTS, K., DOWELLS, A. y NIE, J. Attempting rigour and replicability in thematic analysis of qualitative research data; a case study of codebook

- development. *BMC Medical Research Methodology* [en línea]. 2019, septiembre, Vol.19, (1), p.2 [Fecha de consulta: 23 de octubre 2019]. ISSN: 1471-2288. Disponible en: <https://www.biomedcentral.com/bmcmmedresmethodol/archive/>
46. HERRERA LAZARTE, S. y POLO ROCA, M. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Santa María de Perú. 2017. p.82 [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details)
47. HERRERA LAZARTE, S. y POLO ROCA, M. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Santa María de Perú. 2017. p.91 [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details)
48. HERRERA LAZARTE, S. y POLO ROCA, M. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Santa María de Perú. 2017. [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_10a56d8d0dfa72e9adb9b24fddbd255a/Details)
49. RUIZ GONZALES, J. *Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo de Perú, 2019. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35455>

50. BEJARANO VIGOYA, D. *Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kun* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Colombia, 2019. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24124/1/ESTUDIO%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20MEC%C3%81NICA%20DEL%20CONCRETO%20REFORZADO%20CON%20FIBRAS%20DE%20GUADUA%20ANGUSTIFOLIA%20KUNT.pdf>
51. RUIZ GONZALES, J. *Evaluación de fibras para el concreto hidráulico de un pavimento determinando su resistencia residual mediante el ensayo de flexión, Lima 2019* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo de Perú, 2019. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35455>
52. BEJARANO VIGOYA, D. *Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kun* [en línea]. Tesis de grado para el título de ingeniero civil. Universidad Católica de Colombia, 2019. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24124/1/ESTUDIO%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20MEC%C3%81NICA%20DEL%20CONCRETO%20REFORZADO%20CON%20FIBRAS%20DE%20GUADUA%20ANGUSTIFOLIA%20KUNT.pdf>

## Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables.

VARIABLE	CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE</b>  Fibra de bagazo de caña de azúcar	Proviene del bagazo, el cual puede identificarse como residuo de producción de azúcar, este elemento posee una composición fibrosa luego de pasar por un proceso de extracción de líquidos.	Las dosificaciones a adicionar de fibra de bagazo de caña de azúcar 0.05%, 0.25% y 0.45% respecto al volumen del concreto por metro cúbico, empleadas en el diseño de un concreto con F'c de 210kg/cm <sup>2</sup> con el objetivo de determinar su interacción con las propiedades mecánicas de compresión y flexión.	Dosificación	0.05%	Peso de fibras con balanza electrónica (kg).
				0.25%	
				0.45%	
<b>INDEPENDIENTE</b>  Fibra de maguey	La cabuya se encuentra distribuida desde américa central hasta américa del sur. Así mismo, por su versátil utilidad, el maguey es usado para fines de agricultura, medicina, textilería y herramientas.	Las dosificaciones a adicionar de fibra de maguey 0.05%, 0.25% y 0.45% respecto al volumen del concreto por metro cúbico, empleadas en el diseño de un concreto con F'c de 210kg/cm <sup>2</sup> con el objetivo de determinar su interacción con las propiedades mecánicas de compresión y flexión.	Dosificación	0.05%	Peso de fibras con balanza electrónica (kg).
				0.25%	
				0.45%	
<b>DEPENDIENTE</b>  Propiedades mecánicas de un concreto para pavimento rígido	Las propiedades mecánicas del concreto son todas las características que posee la mezcla conglomerante y que se manifiestan al interactuar con una fuerza. Así mismo, se puede identificar que las propiedades más representativas del concreto son su capacidad de resistencia a la compresión y a la flexión.	Las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión determinadas por el desarrollo de los ensayos de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos establecido por la norma del MTC E704 y de resistencia a la flexión del concreto, método de la viga simpe cargada en el punto central establecido por la norma del MTC E711, con incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar y maguey de 0.05%, 0.25% y 0.45% respecto al volumen por metro cubico de un concreto con F'c de 210kg/cm <sup>2</sup> .	Concreto patrón	Diseño de mezcla	Contenido de Humedad (%)
					Granulometría (MF)
					Gravedad específica (gr/cc)
					Peso unitario suelto y compactado (kg/m <sup>3</sup> )
					Porcentaje de absorción (%)
					Relación a/c.
					Dosificación del concreto (kg).
Resistencia a la compresión	Rotura por carga axial aplicada en el testigo cilíndrico	Indicador de carga (Mpa)			
Resistencia a la flexión	Deformación y rotura del espécimen por carga en punto medio del tramo	Deflectómetro de impacto (Mpa).			
Costos	Producción de fibras naturales	Presupuesto (S/.)			

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3: Matriz de Consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
<p><b>GENERAL</b> ¿Cuánto influye la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar y maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019?</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b> ¿Cuánto de la fibra de bagazo de caña de azúcar a incorporar determina una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos? ¿Cuánto de la fibra de maguey a incorporar determina una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos? ¿Cuánto de la fibra de bagazo de caña de azúcar a incorporar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos? ¿Cuánto de la fibra maguey a incorporar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos?</p>	<p><b>GENERAL</b> Identificar cuanto influye la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar y maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.</p>	<p><b>GENERAL</b> La incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar y maguey generan una mejora en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos, Lima 2019.</p>	Fibra natural de bagazo de caña de azúcar	Dosificación	0.05%	<p><b>Diseño de investigación</b> Cuasiexperimental</p> <p><b>Tipo de investigación</b> Aplicada, retrospectiva</p> <p><b>Nivel de investigación</b> Explicativa</p> <p><b>Enfoque de investigación</b> Cuantitativo</p> <p><b>Unidad de análisis</b> Pavimento rígido</p> <p><b>Población</b> Toda la producción de bagazo de caña de azúcar y maguey encontrados para su utilización en el distrito de Chorrillos provincia de Lima departamento de Lima.</p> <p><b>Muestra</b> Cuarenta y dos (42) vigas prismáticas de concreto; y cuarenta y dos (42) testigos cilíndricos de concreto.</p> <p><b>Técnica</b> Análisis Documental</p>	
							0.25%
							0.45%
		<p><b>ESPECÍFICOS</b> Analizar el efecto originado por la dosificación a incorporar de fibra de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>	<p><b>ESPECÍFICAS</b> La dosificación incorporada de fibras de bagazo de caña de azúcar influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>	Fibra natural de maguey	Dosificación		0.05%
							0.25%
							0.45%
		<p>Analizar el efecto originado por la dosificación a incorporar de fibra de maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>	<p>La dosificación incorporada de fibras de maguey influye en la mejora de las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>	Propiedades mecánicas de un concreto para pavimento rígido	Concreto patrón		Diseño de mezcla
		<p>Identificar la mejor relación costo-beneficio de la incorporación de fibras de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>	<p>La dosificación incorporada de fibras de bagazo de caña de azúcar representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>		Resistencia a la compresión		Rotura por carga axial aplicada en el testigo cilíndrico
		<p>Identificar la mejor relación costo-beneficio de la incorporación de fibras de maguey en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>	<p>La dosificación incorporada de fibras de maguey representa una mejor relación costo-beneficio en las propiedades mecánicas de pavimentos rígidos.</p>		Resistencia a la flexión		Deformación y rotura del espécimen por carga en punto medio del tramo
					Costos		Producción de fibras naturales

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 4:** Gráficos y tablas de datos utilizados para el análisis.

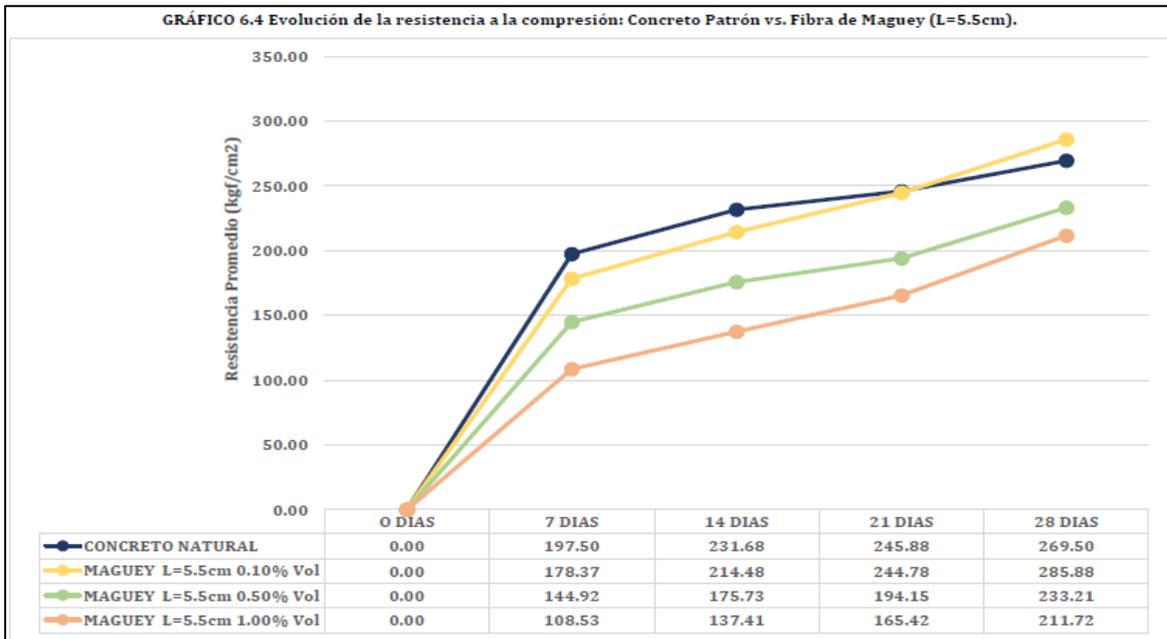


Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con Fibras de Maguey.  
Fuente: Herrera y Polo (2017).

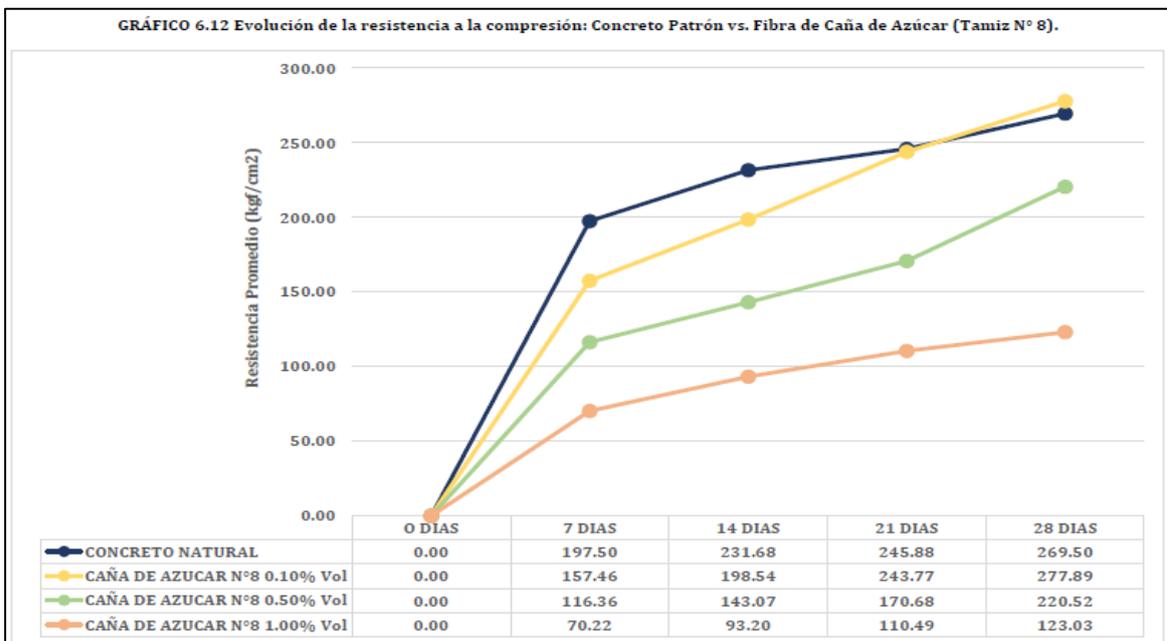


Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con FBCA.  
Fuente: Herrera y Polo (2017).

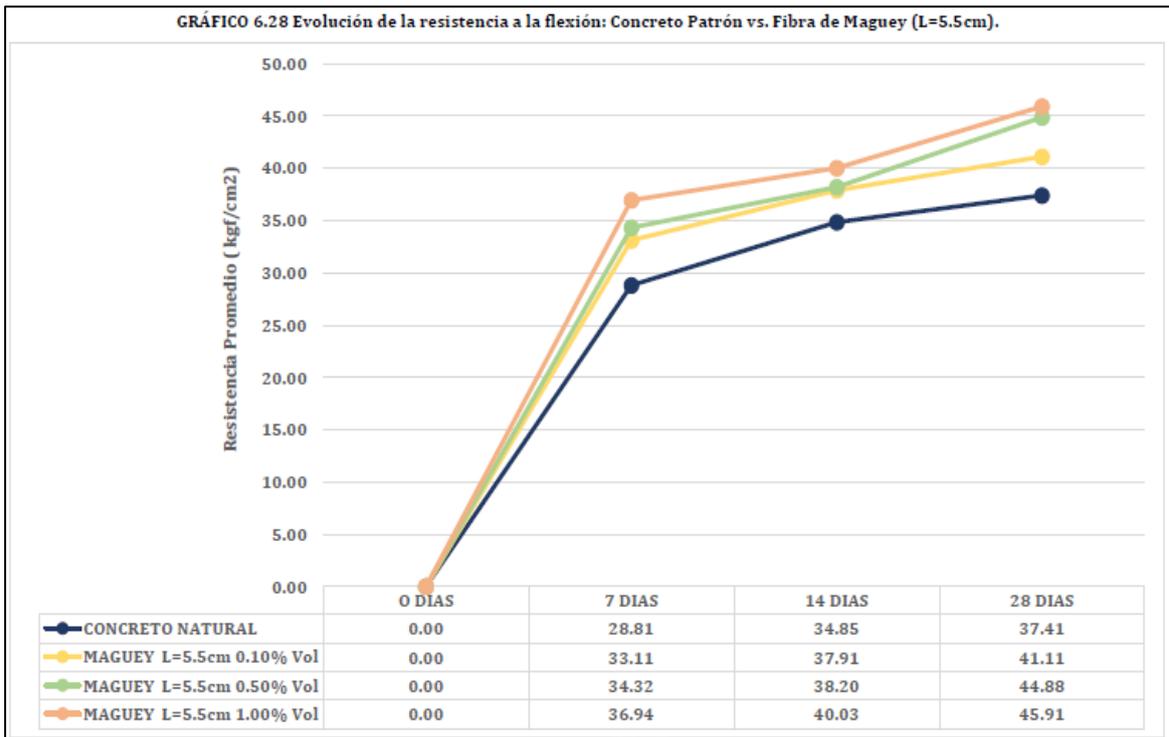


Gráfico de la resistencia a la flexión del concreto con fibra de maguey.  
Fuente: Herrera y Polo (2017).

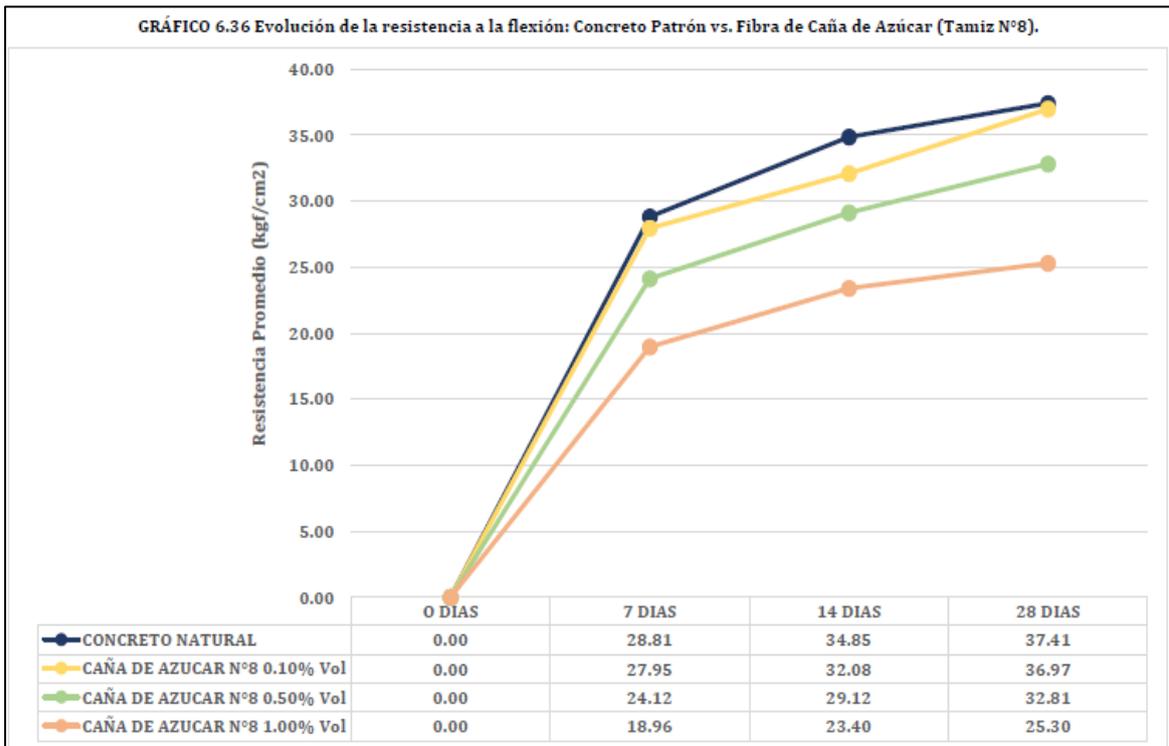


Gráfico de la resistencia a la flexión del concreto con FBCA.  
Fuente: Herrera y Polo (2017).

**ANEXO 5:** Certificados de validación de resultados.



*Universidad Católica de Santa María*  
AREQUIPA - PERÚ  
(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 [ucsm@ucsm.edu.pe](mailto:ucsm@ucsm.edu.pe) <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

---

**CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS DE ENSAYOS DE MATERIALES DE LA EPIMMEM-UCSM**

**REPORTE DE ANÁLISIS**

Código: FP-001 al 003

Fecha de Ejecución de ensayo: 27/12/2016

**DATOS DEL CLIENTE**

CLIENTE: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO

MATERIAL A ENSAYAR: FIBRA NATURAL DE MAGÜEY

**RESUMEN DE RESULTADOS**

A continuación se detalla los resultados:

Cód. Muest.	Ensayo/Propiedad	Resultado	Observaciones
FP-001	Flexión de fibra natural de magüey	3.924 N	Ensayos realizados a 22°C
FP-002	Flexión de fibra natural de magüey	3.923 N	Ensayos realizados a 22°C
FP-003	Flexión de fibra natural de magüey	3.924 N	Ensayos realizados a 22°C

**Preparación de muestra:**

Las probetas para cada ensayo fueron las fibras de magüey en forma de hilo.

Arequipa, 30 de diciembre del 2016

BOLETA N°: 019-0007517  
Ensayo ejecutado por: Ing. Emilio Chire R.



ING. EMILIO CHIRE RAMIREZ  
COORDINADOR DEL LABORATORIO

Certificado de ensayos de resistencia a flexión del concreto con fibra de magüey.  
Fuente: Herrera y Polo (2017).



CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS DE ENSAYOS DE MATERIALES DE LA EPIMMEM-UCSM

REPORTE DE ANÁLISIS

Código: FP-004 al 005
Fecha de Ejecución de ensayo: 29/12/2016

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO
MATERIAL A ENSAYAR: FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZUCAR

RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se detalla los resultados:

Table with 4 columns: Cód. Muest., Ensayo/Propiedad, Resultado, Observaciones. Rows include FP-003 and FP-004 with results of 5.885 N.

Preparación de muestra:

Las probetas para cada ensayo fueron las fibras de caña de azúcar en forma de hilo, proporcionadas por el cliente.

Arequipa, 30 de diciembre del 2016

BOLETA N°: 019-0007519
Ensayo ejecutado por: Ing. Emilio Chire R.



Certificado de ensayos de resistencia a flexión del concreto con FBCA. Fuente: Herrera y Polo (2017).