



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de concreto  $f'c$  140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, y su Influencia de fibra de acero en el agregado – Abancay, 2021

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Velazque Bravo, William ([orcid.org/0000-0002-2143-0785](https://orcid.org/0000-0002-2143-0785))

**ASESOR:**

Mg. Arévalo Visal, Samir Augusto ([orcid.org/0000-0002-6559-0334](https://orcid.org/0000-0002-6559-0334))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A mi querido círculo familiar, quienes consistentemente han estado presentes, brindándome su inquebrantable cariño, respaldo y motivación. En particular, a mis progenitores, cuyo ejemplo e instrucción han sido la luz que me ha guiado a lo largo de cada obstáculo y triunfo.

A mis docentes, cuya asesoría académica y dirección han sido fundamentales en este periplo. Sus palabras de motivación y crítica edificante han edificado la base de este estudio.

## **Agradecimiento**

Este trabajo está dedicado a mis padres, quienes siempre me han brindado su apoyo inquebrantable, y a mis mentores, cuya orientación resultó ser crucial. Sin su presencia, este camino no habría sido factible. Además, quiero agradecer a todos mis compañeros y amigos, por estar allí en los buenos y malos momentos, y por darme la fuerza necesaria para superar los obstáculos. Su amistad y camaradería han sido un pilar fundamental en este viaje.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	32
3.2. Variables y operacionalización .....	34
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	35
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.5. Procedimientos .....	38
3.6. Método de análisis de datos.....	40
3.7. Aspectos éticos .....	41
IV. RESULTADOS .....	42
V. DISCUSIÓN .....	57

VI.	CONCLUSIONES.....	61
VII.	RECOMENDACIONES .....	62
VIII.	REFERENCIAS .....	64
IX.	ANEXOS .....	67

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Cementos en Perú .....	12
<b>Tabla 2</b> Empresa y tipo de cementos que producen.....	13
<b>Tabla 3</b> Circunstancias que afectan la durabilidad del concreto .....	21
<b>Tabla 4</b> Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aires .....	27
<b>Tabla 5</b> Relación agua/cemento .....	27
<b>Tabla 6</b> Relación agua/cemento según tipo de estructura .....	28
<b>Tabla 7</b> Volumen de agregado.....	30
<b>Tabla 8</b> Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón .....	42
<b>Tabla 9</b> Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón + 1.20% F.A.....	42
<b>Tabla 10</b> Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón + 3.20% F.A.....	43
<b>Tabla 11</b> Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón + 5.20% F.A.....	43
<b>Tabla 12</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (exudación).....	44
<b>Tabla 13</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 1.20% Fibra de acero (exudación).....	45
<b>Tabla 14</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 3.20% Fibra de acero (exudación).....	46
<b>Tabla 15</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 5.20% Fibra de acero (exudación).....	47
<b>Tabla 16</b> Resistencia a la compresión $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> a los 7 días.....	48
<b>Tabla 17</b> Resistencia a la compresión $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> a los 14 días.....	49
<b>Tabla 18</b> Resistencia a la compresión $f'c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días.....	50
<b>Tabla 19</b> Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días.....	52
<b>Tabla 20</b> Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días.....	53
<b>Tabla 21</b> Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.....	54

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Bolsa de cemento.....	10
<b>Figura 2</b> Protección de los cementos .....	11
<b>Figura 3</b> Tipos de cemento portland .....	12
<b>Figura 4</b> Agua Potable.....	13
<b>Figura 5</b> Piedra de zanja.....	14
<b>Figura 6</b> Piedra de cajón .....	14
<b>Figura 7</b> Arena gruesa.....	14
<b>Figura 8</b> Arena fina .....	15
<b>Figura 9</b> Piedra chancada .....	15
<b>Figura 10</b> Hormigón.....	15
<b>Figura 11</b> La prueba de Slump .....	17
<b>Figura 12</b> Segregación en el concreto.....	18
<b>Figura 13</b> Exudación del concreto .....	18
<b>Figura 14</b> Gráfico esfuerzo vs deformación del concreto .....	19
<b>Figura 15</b> Probeta de concreto .....	20
<b>Figura 16</b> Compresión de un elemento .....	20
<b>Figura 17</b> Tracción de un elemento .....	21
<b>Figura 18</b> Efecto del volumen de fibras de acero en la resistencia y tenacidad del SFRC .....	24
<b>Figura 19</b> Contenido de finos vs. contenido de fibras para la determinación de la densidad de empaquetamiento óptima (fibras Harex, 32 mm de longitud, 0,9 mm de diámetro), de Hoy y Bartos.....	25
<b>Figura 20</b> Cálculo de cemento.....	28
<b>Figura 21</b> Cálculo de agregado .....	29

<b>Figura 22</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (exudación) Volx Min.....	44
<b>Figura 23</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 1.20% Fibra de acero (exudación) VolxMin .....	45
<b>Figura 24</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 3.20% Fibra de acero (exudación) VolxMin .....	46
<b>Figura 25</b> Diseño patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 5.20% Fibra de acero (exudación) VolxMin .....	47

## Resumen

La tesis denominada "Diseño de Concreto f'c 140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, y su Influencia de Fibra de Acero en el Agregado – Abancay, 2021" se dedica a la exploración, evaluación y proyección de un hormigón de alto rendimiento enriquecido con fibras de acero, implementando un agregado específico originario de la zona de Abancay. Se pretende potenciar las características mecánicas del hormigón mediante la incorporación de fibras de acero, con el objetivo de extender su uso en la edificación y proyectos de gran escala.

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Pruebas de Materiales, en donde se estudió la conducta del hormigón al incluir fibras de acero. Este estudio propone una solución técnica novedosa para promover la construcción bajo condiciones de seguridad y eficiencia económica. El estudio proporciona datos significativos para comprender la conducta auténtica de los materiales y contribuye a superar el reto de construir sin conocimiento previo.

Los resultados logrados mediante la correcta aplicación de la teoría confirmaron que es factible producir hormigón de alta resistencia optimizado con hilos de acero. Estos resultados se presentan como una alternativa técnica viable, proporcionando un nuevo conocimiento útil para la comunidad científica y la industria de la construcción en su totalidad.

**Palabras Clave:** Diseño de Concreto, Concreto f'c 140, Concreto f'c 175, Concreto f'c 210, Fibra de Acero, Agregado, Construcción, Ingeniería Civil, Abancay.

## **Abstract**

The thesis called "Concrete Design f'c 140, 175 and 210 kg/cm<sup>2</sup>, and its Influence of Steel Fiber in the Aggregate – Abancay, 2021" is dedicated to the exploration, evaluation and projection of a high-performance concrete enriched with steel fibers, implementing a specific aggregate originating from the Abancay area. It is intended to enhance the mechanical characteristics of concrete by incorporating steel fibers, with the aim of extending its use in construction and large-scale projects.

The research was carried out in the Materials Testing Laboratory, where the behavior of concrete was studied when including steel fibers. This study proposes an innovative technical solution to promote construction under conditions of safety and economic efficiency. The study provides significant data for understanding the authentic behavior of materials and contributes to overcoming the challenge of building without prior knowledge.

The results achieved through the correct application of the theory confirmed that it is feasible to produce high-strength concrete optimized with steel wires. These results are presented as a viable technical alternative, providing useful new knowledge for the scientific community and the construction industry as a whole.

**Keywords:** Concrete Design, Concrete f'c 140, Concrete f'c 175, Concrete f'c 210, Steel Fiber, Aggregate, Construction, Civil Engineering, Abancay.

## I. INTRODUCCIÓN

Dada la creciente necesidad global de construir infraestructuras más sólidas y duraderas, el contexto internacional de este tema es significativo. La búsqueda de soluciones de construcción más eficientes, económicas y perdurables ha alimentado las investigaciones en este campo. Aunque no es una novedad la inclusión de fibras de acero en el concreto, su aplicación específica en concretos con resistencias definidas ( $f'c$  140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>) es una línea de investigación y práctica profesional que está ganando terreno (American Concrete Institute, 2019). Este estudio, a pesar de ser localizado en Abancay, podría tener implicaciones para las prácticas de construcción en otras partes del mundo con características similares. Los hallazgos de esta investigación pueden tener aplicabilidad en otras áreas con condiciones parecidas a Abancay, ya sea en términos de clima, geología o recursos accesibles.

En el Perú, el concreto es un componente primordial en el área de la construcción, reconocido por su versatilidad, durabilidad y fortaleza. Recientemente, las investigaciones han puesto el foco en perfeccionar los atributos del concreto, particularmente mediante la incorporación de fibras de acero para su refuerzo. Este enfoque ha demostrado ser una estrategia efectiva para optimizar las estructuras de concreto, con aplicaciones que van desde pavimentos hasta en el refuerzo de la estabilidad de los túneles (Jara, E. R., & Serrano, A. A., 2020).

Este estudio, enfocado en la ciudad de Abancay, es de gran importancia a nivel nacional. Los hallazgos podrían favorecer a otras regiones del Perú con condiciones geológicas y climáticas similares, mejorando así la eficacia y durabilidad de las infraestructuras de concreto.

Debe destacarse que este estudio se lleva a cabo en un contexto de creciente demanda e interés por estructuras más resistentes y duraderas. Por lo tanto, los resultados podrían tener implicaciones significativas en cuanto a las normas y prácticas de construcción a nivel nacional.

La ciudad de Abancay, situada en el departamento de Apurímac, en la sierra sur de Perú, se caracteriza por el empleo frecuente de concreto en sus construcciones, ya sean públicas o privadas. La presente investigación tiene como propósito favorecer al sector de la construcción a nivel local y nacional, a través del análisis de cómo la fibra de acero puede influir en el agregado de concreto.

La elección de este enfoque investigativo se debe a la demanda creciente de concreto de alta resistencia en el ámbito de la construcción y el potencial beneficio que los refuerzos de fibra de acero pueden proporcionar en la formulación del concreto. Los resultados de este estudio tendrán especial relevancia para los profesionales de la construcción en Abancay, ya que esta área presenta desafíos únicos debido a su topografía montañosa y clima variable.

Según los estudios ejecutados, la adición de fibra de acero puede modificar el comportamiento del concreto, particularmente en lo que se refiere a la energía de fractura. En un estudio, se realizaron pruebas con diversas proporciones de fibra de acero y se observó que la adición de estas fibras influye significativamente en los valores de los parámetros de fractura obtenidos (Ping, Jinyi , Yahong , & Minxia , 2021).

Por otro lado, la forma, el tamaño y la resistencia de la fibra de acero parecen tener poco impacto en los atributos cuasi-estáticos del concreto en compresión, pero muestran un efecto significativo en las propiedades de flexión y tracción. Las fibras más pequeñas ofrecen beneficios antes de llegar a la carga máxima, mientras que

las fibras más grandes son más efectivas para puentear las grietas más grandes una vez se alcanza la resistencia máxima (Rezakhani, y otros, 2021).

Asimismo, se ha observado que las fibras de acero pueden tener un efecto positivo en la resistencia a la tracción del concreto de alto rendimiento, aunque este efecto puede variar según el contenido de la fibra, el tipo y la combinación híbrida. Sin embargo, la influencia de las fibras sobre la resistencia a la compresión parece ser incierta (Lande Larsen & Terje Thorstensen, 2020).

El problema general es ¿De qué manera influye la incorporación de las fibras de acero en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Abancay? Y los problemas específicos son: ¿Cuánto influye la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en el Slump y exudación del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay?, ¿Cuánto influye la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay? Y ¿Cuánto influye la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay?.

La justificación teórica se fundamenta teóricamente en la imperiosa necesidad de ampliar la comprensión actual acerca del diseño de concreto de resistencias  $f'c$  140, 175 y 210  $\text{kg/cm}^2$ , incluyendo la adición de fibra de acero. Ya se ha evidenciado en diversos estudios que la integración de fibras de acero en el concreto puede potenciar su resistencia a la tracción, su ductilidad y su capacidad para resistir la formación de fisuras. No obstante, cómo la fibra de acero influye en diferentes resistencias de concreto y con variados tipos de agregados, particularmente en el contexto de Abancay, sigue siendo un área que precisa de más investigación.

Desde un punto de vista práctico, la meta es producir concreto de alta resistencia con fibra de acero empleando agregados locales de Abancay. Investigaciones

anteriores han mostrado que los agregados provenientes de la cantera Naranjillo eran de excelente calidad para producir este tipo de concreto. Se espera que esta tesis aporte una propuesta técnica que favorezca la mejora en la construcción de edificaciones y obras de gran magnitud en términos de seguridad y economía.

Desde el aspecto social, la investigación podría ayudar a construir estructuras más seguras y duraderas en Abancay. Este trabajo podría brindar soluciones científicas y prácticas al problema de construir sin comprender completamente el comportamiento de los materiales, lo cual podría mejorar finalmente la calidad de vida de la comunidad.

Finalmente, desde una perspectiva metodológica, esta tesis representará una oportunidad para probar y validar técnicas de investigación en ingeniería civil. El estudio se realizará en un laboratorio, lo que permitirá un control detallado de las condiciones experimentales. Los resultados obtenidos se compararán con los de estudios previos y se debatirán en términos de su aplicabilidad en situaciones reales.

EL objetivo general es: Evaluar la influencia de la incorporación de la fibra de acero en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Abancay. Los objetivos específicos son: Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en el Slump y exudación del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay, Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay y Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% % en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay.

La hipótesis general es: La incorporación de la fibra de acero, influye de manera significativa en las propiedades del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Abancay. Las hipótesis específicas son: La incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20%, influye de manera significativa en el Slump y exudación del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay, La incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20%, influye de manera significativa en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay y La incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20%, influye de manera significativa en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Abancay.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes nacionales** tenemos a:

Según (Díaz García, 2019), llegó a la siguiente conclusión:

La investigación se propuso analizar, estudiar y delinear un concreto enriquecido con fibras de acero empleando los agregados de buena calidad del río Yuracyacu. Esto permitió formular una propuesta técnica para promover la construcción segura y económica de edificios y proyectos de gran magnitud. Este estudio apuntó a proporcionar procedimientos prácticos y científicas al desafío de construir sin conocer el comportamiento real de los materiales, entre otros aspectos. De esta manera, se contribuyó de manera activa a la elaboración de nuevo conocimiento con beneficios para la comunidad y la ciencia. Los logros de este estudio incluyen resultados concluyentes que demuestran que es factible, a través de la correcta aplicación de la teoría, producir resultados sólidos. Estos pueden ser presentados como una alternativa técnica para producir un concreto mejorado con filamentos de acero.

Según (Vasquez Gonzales, 2015), concluye que:

La utilización de concreto reforzado con fibra en Cajamarca y a lo largo de nuestro país es bastante limitada debido a la escasez de evidencia experimental y regulaciones relacionadas. Sin embargo, dada su relevancia para la ingeniería civil para mejorar la resistencia a la tracción y flexión del concreto convencional, este estudio se propone explorar el impacto de agregar diferentes proporciones de fibra de acero "Sika Fiber CHO 65/35 NB" en las propiedades mecánicas del concreto.

El estudio se realizó utilizando cemento Pacasmayo tipo 1, agregados locales, Sikament 290N y agua del Campus Universitario. Se realizaron pruebas

comparativas en una serie de concretos con variaciones de 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, y también con la adición de Sikament 290N. Se prepararon 270 muestras de concreto, 180 cilíndricas y 90 prismáticas, y se sometieron a pruebas a los 7, 14 y 28 días, evaluando su resistencia a la compresión, tracción y flexión. También se examinaron otras propiedades del concreto, como la consistencia y el peso unitario del concreto fresco y endurecido. Los resultados indicaron que a medida que aumentaba la cantidad de fibra añadida, la consistencia y la trabajabilidad del concreto fresco disminuían. En relación al peso unitario, tanto en su estado fresco como endurecido, se observó un incremento moderado con la incorporación de Sikament 290N y la adición de fibra de acero, aunque se mantuvo dentro del rango de concretos normales. Se determinó que el Sikament 290N mejoraba la resistencia a la compresión, aunque la fibra de acero mostró una tendencia leve a reducirla. Sin embargo, la resistencia a la tracción indirecta y a la flexión se incrementaron considerablemente con la adición de fibra de acero, presentando incrementos de hasta el 165.62% y el 180.50% respectivamente en comparación con el concreto estándar.

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a:

Según (CAÑON SOSA & ALDANA CALDERÓN, 2016), concluyeron que:

A lo largo de la historia, se han realizado diversas pruebas al concreto con el objetivo de entender su comportamiento bajo distintas condiciones, como la tensión o la compresión, tomando en cuenta su uso final. Para fortalecer la resistencia y minimizar las debilidades del concreto en su estado original, se han añadido fibras sintéticas a la mezcla, aportando beneficios tanto en estado plástico como endurecido. El uso de fibras sintéticas resulta en mejoras significativas en las propiedades del concreto desde sus etapas tempranas hasta cuando ya está

endurecido, incluyendo una mayor capacidad para resistir las fuerzas que causan la ruptura. Este proyecto tiene como objetivo comparar dos tipos de fibras de las compañías más prestigiosas a nivel nacional, con el fin de determinar los pros y contras de cada una.

Según (Contreras Landa, 2017), concluye que:

Entre estas innovaciones, se encuentra el uso de un material de alta tecnología que presenta numerosas ventajas frente a los métodos convencionales: la fibra de carbono. Este polímero supera la resistencia a la tensión del acero en diez veces (35 500 kg/cm<sup>2</sup> vs. 4 200 kg/cm<sup>2</sup>) y es considerablemente más ligero. El propósito de esta tesis es presentar los resultados de un análisis destinado a estudiar el comportamiento mecánico de las vigas de concreto reforzado sometidas a flexión, reforzadas con fibras de carbono de alta resistencia. El objetivo es evaluar las posibles ventajas del refuerzo en términos de resistencia y rigidez. Se busca limitar el uso de las fibras, considerando diferentes escenarios en los que las variables son la resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c$ ) y la cantidad de acero de refuerzo ( $\rho$ ) en dichas vigas. De acuerdo con los estudios, los polímeros reforzados con fibra (FRP) han sido propuestos como alternativas para la sustitución de las barras de acero tradicionales en estructuras de concreto reforzado (RC). En general, los FRP ya han sido ampliamente aplicados para el fortalecimiento de miembros estructurales RC deficientes en forma de FRP como refuerzo flexural o de corte externo adicional. Además, la reparación y el refuerzo de las estructuras de RC con láminas de CFRP se ha convertido en un enfoque común. Las láminas de resina epoxi con fibras añaden resistencia considerable a las vigas y losas, aumentando su resistencia a la flexión y al corte. Además, son fáciles de manejar y resistentes a los agentes externos y la fatiga. A pesar de estos avances, es

importante señalar que el uso de barras de FRP tiene algunas limitaciones. Las barras de FRP muestran un comportamiento frágil y no se deforman como las barras de acero de refuerzo. Además, la baja resistencia al corte y el bajo módulo de elasticidad son considerados desventajas desde el punto de vista de la ingeniería estructural. En consecuencia, las vigas de concreto reforzadas con barras de FRP muestran un comportamiento lineal-elástico hasta el fallo sin exhibir ningún rendimiento y su fallo final se caracteriza como frágil.

En referencia al **marco teórico**, se tiene:

El concreto, un material esencial en el mundo de la construcción, se elabora combinando tres elementos fundamentales: cemento, agua y agregados. En ocasiones, se añade un cuarto componente, conocido genéricamente como aditivo.

Cuando estos ingredientes se mezclan, se introduce un quinto elemento: el aire.

El cemento funciona como el componente que une o aglutina, otorgando al concreto su resistencia y durabilidad. Los agregados, que pueden ser tanto naturales como artificiales, actúan como relleno, ayudando a reducir el costo del concreto y a mejorar sus propiedades mecánicas. El agua juega un papel crucial en la hidratación del cemento y en la plasticidad del concreto en estado fresco. Por último, los aditivos son componentes adicionales que se utilizan para mejorar características específicas del concreto, como su trabajabilidad, resistencia, durabilidad, entre otros.

El concreto es un material heterogéneo compuesto por los ingredientes antes mencionados. Cada componente presenta propiedades y características individuales que deben ser evaluadas, así como aquellas que surgen cuando se mezclan. Durante la mezcla, estos componentes se combinan para formar una

masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad. Con el tiempo, esta masa pierde su plasticidad, volviéndose rígida y adquiriendo las propiedades y comportamiento de un cuerpo sólido. Eventualmente, se transforma en concreto endurecido, un material resistente desde el punto de vista mecánico. El cemento, componente fundamental del concreto, es un material pulverulento que, por sí mismo, no tiene capacidad de aglomerar. Al mezclarlo con agua, se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes. Después de unas horas, esta pasta fragua y se endurece, adquiriendo una consistencia similar a la piedra. Este proceso se debe a la reacción química entre el cemento y el agua, conocida como hidratación.

Las componentes claves del concreto son:

**-Cemento:** este es el elemento vinculante en el concreto, que le otorga resistencia y longevidad al compuesto. El tipo de cemento más frecuentemente utilizado para fabricar concreto es el cemento Portland.

**Figura 1** Bolsa de cemento



**Nota:** (Aceros Arequipa, 2015)

Existen diversas variedades de cemento, cada una diseñada con características particulares y aplicaciones específicas. El cemento del Tipo I se

utiliza comúnmente en gran parte de los trabajos de construcción, dado que se adapta a una amplia gama de condiciones ambientales y climáticas. Por otro lado, el cemento Tipo II, gracias a su resistencia a los sulfatos, es idóneo para entornos hostiles, como la construcción cerca de zonas costeras o en regiones con altos niveles de suelos sulfatados. El cemento Tipo III, por su parte, se caracteriza por su rápido desarrollo de resistencia, siendo la opción preferida cuando se requiere un rápido fraguado, como en climas fríos.

Además, se encuentra el cemento Puzolánico IP, que se fabrica añadiendo puzolana al cemento Tipo I. Este material, que se extrae de arcillas calcinadas, cenizas volcánicas o ladrillos pulverizados, se emplea para incrementar la capacidad de adherencia del cemento y su retención de agua. Este tipo de cemento es especialmente útil en la construcción de estructuras que necesiten una mayor resistencia a la humedad y a entornos agresivos.

**Figura 2** Protección de los cementos



**Nota:** (Aceros Arequipa, 2015)

**Figura 3** Tipos de cemento portland



Nota: (Konstrutecnia, 2021)

**Tabla 1** Cementos en Perú

<b>EMPRESA</b>	<b>CAP. INST.</b>	<b>MERCADO</b>
Cementos Lima S A	4'300,000	Lima, Callao, Ica, Ancash
Cementos Pacasmayo S A A	2'300,000	La Libertad, Amazonas, Cajamarca, Lambayeque, Piura, Tumbes, Ancash
Cemento Andino S A	1'060,000	Lima, Callao, Junín, Huancavelica, Cerro de Pasco, Loreto, Ucayali, San Martín, Ayacucho
Yura SA	600,000	Arequipa, Moquegua, Tacna, Apurímac
Cemento Sur S A	155,000	Puno, Cusco, Apurímac, Madre de Dios, Moquegua, Tacna

Nota: (Ana Torre C., 2004)

**Tabla 2** Empresa y tipo de cementos que producen

<b>EMPRESA</b>	<b>TIPOS DE CEMENTO QUE PRODUCE</b>
Cementos Lima S A	Sol I, Sol II, Supercemento Atlas IP
Cementos Pacasmayo S A	Pacasmayo I, Pacasmayo II, Pacasmayo V, Pacasmayo MS-ASTM C-1157 , Pacasmayo IP, Pacasmayo ICo ( COMPUESTO )
Cemento Andino S A	Andino I, Andino II, Andino V, Andino IPM
Cementos Selva	Cemento Pórtland Tipo I, Tipo II, Tipo V ,Puzolanico 1P,Compuesto 1Co
Yura SA	Yura I, Yura IP, Yura IPM, Cemento de Albañilería marca Estuco Flex .
Cemento Sur S A	Rumi I, Inti 1PM, Portland tipo II, Portland Tipo V.
Cemento Rioja S.A.	Cemento Pórtland Tipo IPM

Nota: (Ana Torre C., 2004)

**-Agua:** vital para la hidratación del cemento y para otorgar al concreto una consistencia plástica cuando está fresco. Además, el agua facilita la correcta combinación de los elementos del concreto.

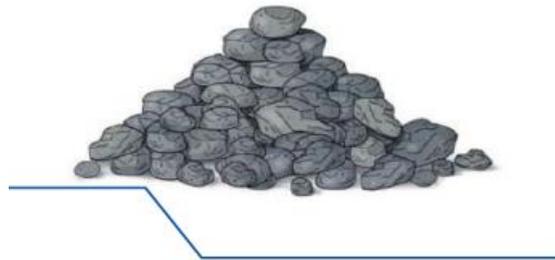
**Figura 4** Agua Potable



Nota: (Aceros Arequipa, 2015)

**-Agregados:** son materiales de relleno, naturales o sintéticos, utilizados para disminuir los costos del concreto y optimizar sus características mecánicas. Los agregados se separan en dos grupos: agregados finos (arena) y agregados gruesos (piedra).

**Figura 5** Piedra de zanja



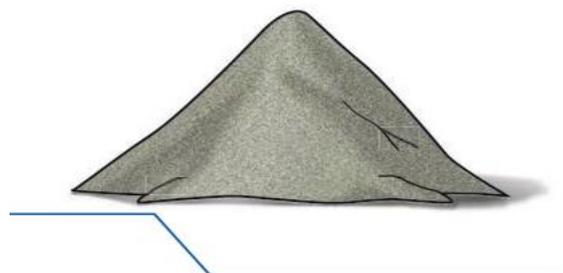
Nota: (Aceros Arequipa, 2015)

**Figura 6** Piedra de cajón



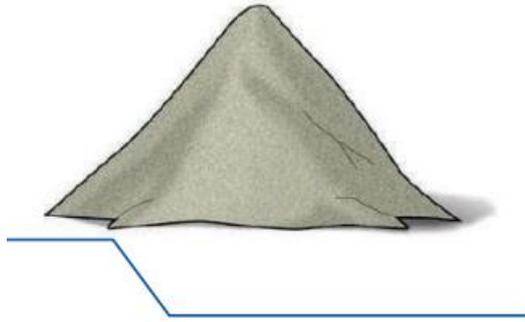
Nota: (Aceros Arequipa, 2015)

**Figura 7** Arena gruesa



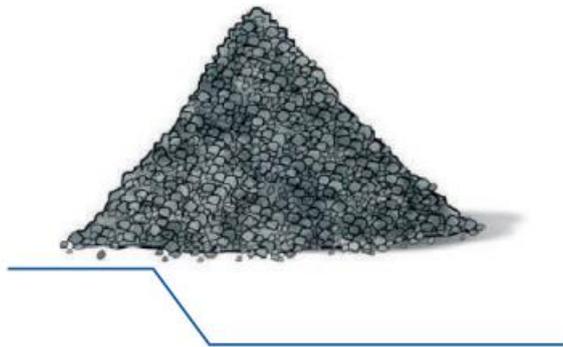
Nota: (Aceros Arequipa, 2015)

**Figura 8** Arena fina



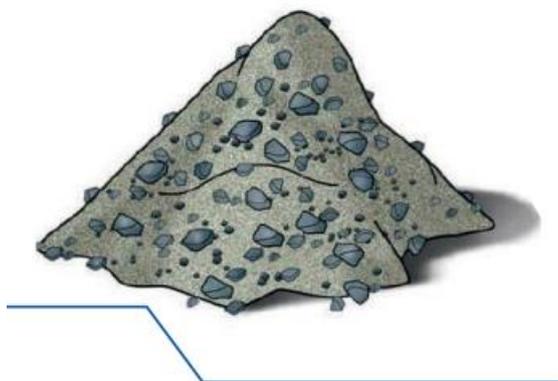
Nota: (Aceros Arequipa, 2015)

**Figura 9** Piedra chancada



Nota: (Aceros Arequipa, 2015)

**Figura 10** Hormigón



Nota: (Aceros Arequipa, 2015)

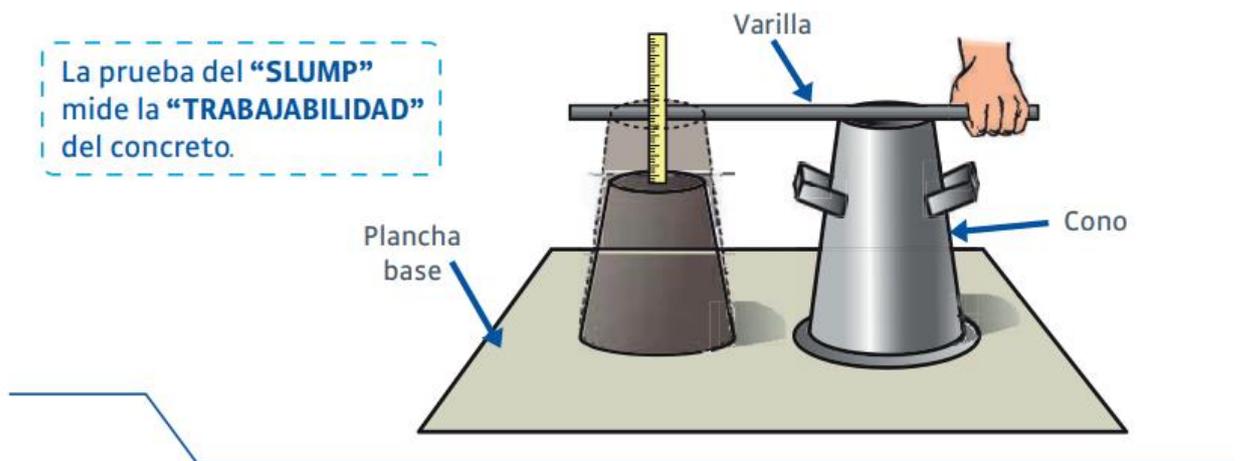
**-Aditivos:** son componentes añadidos al concreto para realzar ciertos aspectos de este, como la manejabilidad, la resistencia, la durabilidad, entre otros. Los aditivos pueden ser de tipo químico o físico. Las razones por el que se usan:**Incremento de la trabajabilidad:** Los aditivos tienen la capacidad de mejorar la trabajabilidad del concreto, facilitando así su implementación y compactación en el sitio de construcción. **Reducción del contenido de agua:** Existen aditivos, como los plastificantes y superplastificantes, que pueden disminuir la cantidad de agua en la mezcla de concreto, resultando en un menor consumo de cemento y un aumento en la resistencia del concreto. **Control del tiempo de fraguado:** Los aditivos pueden alterar el tiempo de fraguado del concreto, ya sea acelerándolo o retrasándolo, lo cual es beneficioso cuando se necesita un tiempo de fraguado específico. **Incremento de la resistencia:** Algunos aditivos tienen la capacidad de incrementar la resistencia del concreto, lo cual es útil cuando se necesita una resistencia superior. **Disminución de la permeabilidad:** Existen aditivos que pueden disminuir la permeabilidad del concreto, lo que puede contribuir a mejorar su durabilidad y resistencia ante las inclemencias del tiempo y el **Control de la expansión por reacción álcali-agregado:** Algunos aditivos pueden regular la expansión causada por la reacción álcali-agregado, una reacción química que puede provocar daños en el concreto.

- **Aire:** el aire encerrado en el concreto juega un papel fundamental, pues ayuda a incrementar la resistencia al proceso de congelación y descongelación, y a disminuir la segregación y la exudación.

Algunas características del concreto cuando aún está fresco incluyen:

- **Trabajabilidad:** Se refiere a cuán fácilmente se puede mezclar, mover, asentar y compactar el concreto en el sitio de construcción. Varios elementos influyen en la trabajabilidad del concreto, como la relación agua-cemento, el tipo y cantidad de agregados, así como el tipo y volumen de aditivos, entre otros aspectos.

**Figura 11** La prueba de Slump



- **Consistencia:** Denota la fluidez del concreto fresco. Diversas técnicas, como el ensayo de asentamiento de cono de Abrams o el ensayo de mesa de flujo, pueden ser utilizadas para medir la consistencia del concreto.
- **Segregación:** Este término se usa para describir la separación de los componentes del concreto, como los agregados y la pasta de cemento, durante su transporte o colocación. Una mala trabajabilidad o un manejo inadecuado del concreto pueden provocar la segregación.

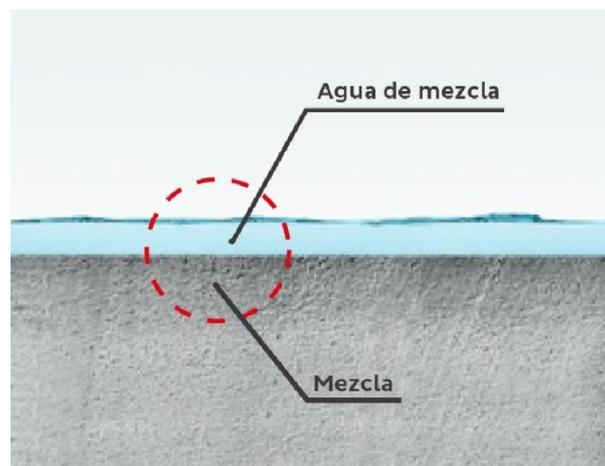
**Figura 12** Segregación en el concreto



Nota: (Aceros Arequipa, 2017)

- **Exudación:** Es el fenómeno de separación del agua de la mezcla de concreto, lo que puede llevar a la acumulación de agua en la superficie del concreto. Una elevada relación agua-cemento o una trabajabilidad deficiente pueden causar la exudación.

**Figura 13** Exudación del concreto



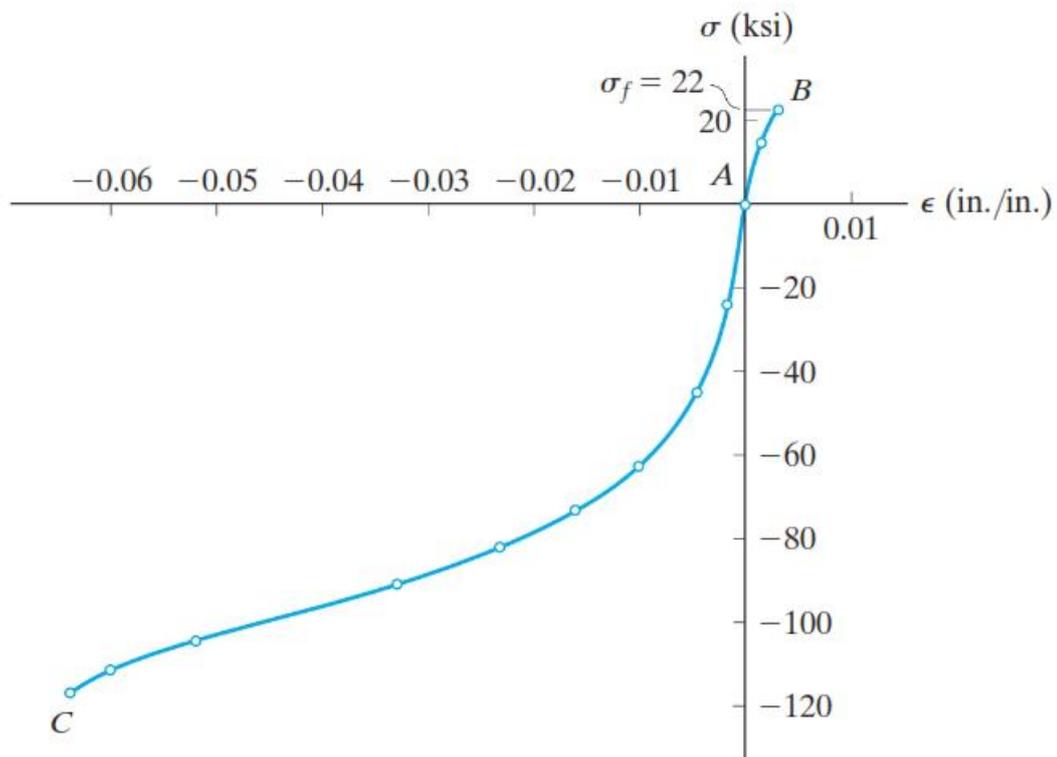
Nota: (Aceros Arequipa, 2017)

- **Temperatura:** La temperatura del concreto en estado fresco puede impactar su trabajabilidad y tiempo de fraguado. El concreto debe ser mezclado y transportado a una temperatura óptima para prevenir problemas de fraguado y resistencia.

El concreto endurecido es el estado final del concreto tras el fraguado y la obtención de su resistencia máxima. Las características del concreto en esta etapa incluyen:

- **Resistencia a la compresión:** Se refiere a la habilidad del concreto para resistir cargas compresivas. Es uno de los factores más relevantes del concreto y se usa como una medida para clasificarlo según su fortaleza.

**Figura 14** Gráfico esfuerzo vs deformación del concreto



Nota: (Hibbeler, 2015)

**Figura 15** Probeta de concreto



Nota: (Hibbeler, 2015)

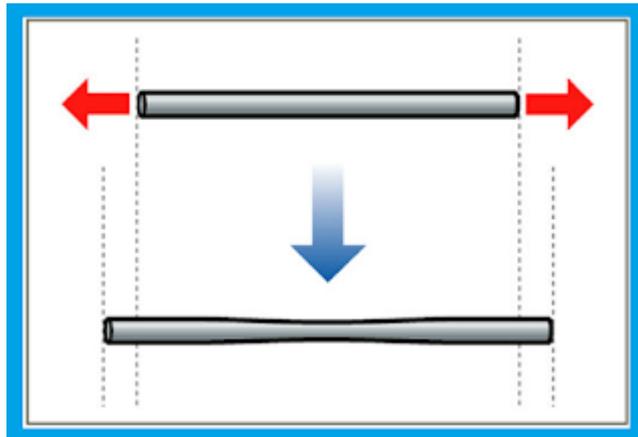
**Figura 16** Compresión de un elemento



Nota: (amoviblesio, 2015)

- **Resistencia a la tracción:** Esta es la capacidad del concreto para soportar cargas de tensión. Como el concreto es un material frágil, tiene una resistencia a la tracción comparativamente baja.

**Figura 17** Tracción de un elemento



Nota: (amoviblesio, 2015)

- **Durabilidad:** Indica la capacidad del concreto para soportar la influencia de factores externos, como la humedad, temperatura, y químicos, entre otros. La durabilidad del concreto está influenciada por diversos factores como la calidad de los materiales, la relación agua-cemento y el proceso de curado.

**Tabla 3** Circunstancias que afectan la durabilidad del concreto

<b>Mecánicas</b>	Vibraciones, sobrecargas, impactos, choques.
<b>Físicas</b>	Oscilaciones térmicas, ciclos de hielo y deshielo, fuego, causas higrométricas.
<b>Químicas</b>	Contaminación atmosférica, aguas filtradas, terrenos agresivos.
<b>Biológicas</b>	Vegetación o microorganismos.

Nota: (Ana Torre C., 2004)

- **Módulo de elasticidad:** Es la proporción entre la tensión y la deformación en el concreto. El módulo de elasticidad es un indicador de la rigidez del concreto y se utiliza para calcular la deformación del concreto bajo carga. Se puede determinar el módulo de elasticidad del concreto mediante pruebas de compresión o flexión. Durante la prueba de compresión, se impone una

carga axial al concreto y se registra la deformación axial correspondiente. En la prueba de flexión, una carga transversal se ejerce sobre el concreto y se cuantifica la deformación transversal resultante.

- En ambas pruebas, se aplica la ley de Hooke para computar el módulo de elasticidad del concreto. Esta ley sostiene que, dentro del rango elástico, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo aplicado. El módulo de elasticidad se obtiene dividiendo el esfuerzo por la deformación.
- **Contracción:** Se refiere a la reducción del volumen del concreto a causa de la pérdida de humedad. La contracción puede causar la formación de fisuras en el concreto y afectar su durabilidad.
- **Permeabilidad:** Describe la habilidad del concreto para permitir la circulación de líquidos y gases. La permeabilidad del concreto depende de diversos factores como la calidad de los materiales, la relación agua-cemento y el proceso de curado.

### **Uso de Fibras de Acero en el mejoramiento del Concreto**

El concreto es ampliamente reconocido como uno de los materiales de construcción más empleados alrededor del mundo, gracias a sus cualidades de resistencia, longevidad y adaptabilidad. A pesar de su notable resistencia a la compresión, presenta vulnerabilidades bajo tensiones de tracción. Para contrarrestar esta debilidad, se utilizan frecuentemente fibras de acero como refuerzo.

**Las fibras de acero**, fabricadas en delgados hilos o filamentos, son incorporadas a los demás componentes del concreto durante la etapa de mezclado. Su función en este compuesto es actuar como un elemento fortificador,

contribuyendo a prevenir la aparición y propagación de grietas en el concreto. Además, la inclusión de fibras de acero puede realzar la capacidad portante y la durabilidad del concreto.

### **Características Mecánicas de las Fibras de Acero**

Las fibras de acero poseen propiedades mecánicas, tales como la resistencia a la tracción y la ductilidad, que resultan esenciales para su desempeño en el concreto. La resistencia a la tracción se refiere a la habilidad de las fibras para resistir fuerzas que buscan estirarlas, mientras que la ductilidad alude a su capacidad para deformarse bajo tensión sin romperse. Estas propiedades determinan la habilidad de las fibras para resistir tensiones y deformaciones dentro del concreto.

### **Integración de las Fibras de Acero en el Concreto**

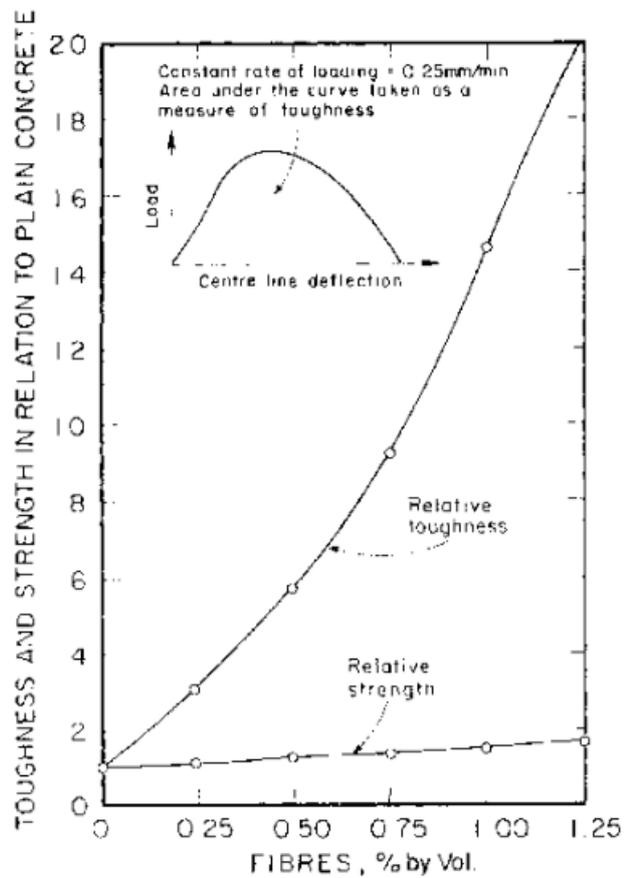
Hay múltiples métodos para introducir las fibras de acero en el concreto, y la selección del método óptimo puede depender de las características que se desean para el concreto final y el tipo de uso que se le dará. La técnica de mezcla y la dosificación de las fibras pueden incidir en la distribución y orientación de las fibras dentro del concreto, lo cual puede tener un efecto sobre las propiedades del concreto reforzado con fibras.

### **Diseño de Concreto Reforzado con Fibras de Acero**

El diseño de concreto reforzado con fibras de acero implica la elección de una dosificación adecuada de fibras y la selección de los otros componentes del concreto, como los agregados y el cemento, para alcanzar la resistencia a la

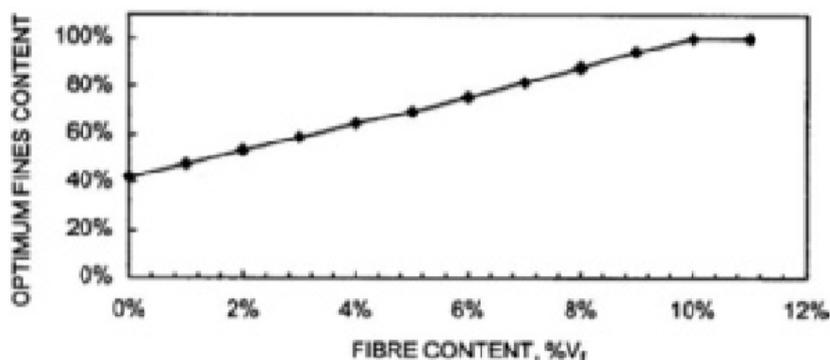
compresión deseada (en este caso,  $f'_c$  140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>). Además, durante el proceso de diseño se debe considerar la trabajabilidad del concreto, para asegurar que pueda ser mezclado, transportado, colocado y compactado de manera eficiente.

**Figura 18** Efecto del volumen de fibras de acero en la resistencia y tenacidad del SFRC



Nota: (Bentur & Mindess, 2007)

**Figura 19** Contenido de finos vs. contenido de fibras para la determinación de la densidad de empaquetamiento óptima (fibras Harex, 32 mm de longitud, 0,9 mm de diámetro), de Hoy y Bartos



Nota: (Bentur & Mindess, 2007)

El proceso de diseño de mezclas de concreto implica la utilización práctica y técnica de conocimientos sobre los componentes del concreto, con el propósito de obtener las propiedades específicas requeridas para una obra o proyecto determinado. La meta de este diseño es lograr una mezcla que contenga la mínima cantidad de pasta y volumen de vacíos o huecos entre partículas, para cumplir con las características deseadas.

Previo a la dosificación de una mezcla, es esencial contar con información sobre los siguientes aspectos:

- **Los materiales:** es necesario comprender la calidad y las especificidades de los materiales que se usarán en la mezcla, incluyendo el cemento, los agregados, el agua y cualquier aditivo.
- **La estructura a construir, tamaño y forma:** es fundamental conocer qué tipo de estructura se va a edificar, su tamaño y forma, para determinar la resistencia y trabajabilidad que el concreto necesitará.

- **Resistencia a la compresión requerida:** se debe tener claro cuál es la resistencia a la compresión necesaria del concreto para establecer la cantidad de cemento requerida y la relación agua-cemento.
- **Condiciones ambientales durante la colocación del concreto:** es crucial conocer las condiciones climáticas durante la colocación, como la temperatura y la humedad, para definir la cantidad de agua necesaria y el tiempo de curado del concreto.
- **Condiciones a las que la estructura estará expuesta:** se necesita entender las circunstancias a las que se enfrentará la estructura, como la exposición a la humedad, químicos o la abrasión, para determinar la durabilidad que el concreto debe tener.

Con la información necesaria a disposición, se puede proceder a seguir estos pasos para el diseño de mezclas de concreto:

- **Establecer la relación agua-cemento:** se debe fijar la proporción necesaria entre agua y cemento que permita alcanzar la resistencia a la compresión requerida y la trabajabilidad adecuada del concreto.

**Tabla 4** Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aires

ASENTAMIENTO O SLUMP	Agua en l/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	---
Cantidad aproximada de aire atrapado, en porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	---
Promedio recomendado para el contenido total de aire, en porcentaje.	8	7	6	5	4,5	4	3.5	3

Nota: (Abanto Castillo, 2009)

**Tabla 5** Relación agua/cemento

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS ( $f_{cp}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )*	RELACION AGUA- CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORP.	CONCRETO CON AIRE INCORP.
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: (Abanto Castillo, 2009)

**Tabla 6** Relación agua/cemento según tipo de estructura

TIPO DE ESTRUCTURA	Estructuras que están continua o frecuentemente húmedas y expuestas a congelación y deshielo.	Estructuras expuestas al agua de mar o sulfatos.
Secciones delgadas y todas aquellas secciones con menos de 3cm. de recubrimiento.	0.45	0.40 **
Cualquier otro tipo de estructura.	0.45	0.40 **

Nota: (Abanto Castillo, 2009)

- **Definir la cantidad de cemento:** se debe precisar la cantidad de cemento requerida para obtener la proporción agua-cemento deseada.

**Figura 20** Cálculo de cemento

$$\text{Contenido de cemento (en kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Agua de mezclado (kg/m}^3\text{)}}{\text{relación a/c (para } f_{cp}\text{)}}$$

Nota: (Abanto Castillo, 2009)

- **Determinar la cantidad de agregados:** se debe establecer la cantidad de agregados necesarios para lograr el volumen de pasta y el volumen de espacios vacíos deseados.

**Figura 21** Cálculo de agregado

$$\text{Cantidad de agregado grueso (en kg)} = \left[ \text{Volumen de agregado grueso de tabla N° 5 (en m}^3\text{)} \right] \times \left[ \text{Peso unitario seco y compactado del agregado grueso (en kg/m}^3\text{)} \right]$$

Nota: (Abanto Castillo, 2009)

- **Establecer la cantidad de agua:** se debe precisar la cantidad de agua necesaria para alcanzar la relación agua-cemento deseada y la trabajabilidad adecuada del concreto.
- **Determinar la cantidad de aditivos:** se deben especificar la cantidad y tipo de aditivos requeridos para mejorar ciertas propiedades del concreto, tales como la trabajabilidad, resistencia, durabilidad, entre otras.

**Tabla 7** Volumen de agregado

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finza de agregado fino.			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

- **Realizar pruebas de mezcla:** se deben realizar pruebas para confirmar que la mezcla cumple con las propiedades requeridas, ajustando la dosificación si fuera necesario.
- **Verificar la mezcla en el lugar de la obra:** se debe verificar en el lugar de la obra que la mezcla cumpla con las propiedades requeridas, haciendo ajustes a la dosificación si fuera necesario.

En referencia al **enfoque conceptual**, se tiene:

**Concreto:** Es un material compuesto utilizado en la construcción, que se forma a partir de una mezcla común de cemento Portland, agua y agregados.

**f'c:** Este es el símbolo que se utiliza para representar la resistencia a la compresión del concreto. En este estudio, se evalúan resistencias de 140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Fibra de acero:** Este es un material que se usa para reforzar el concreto y mejorar su resistencia y durabilidad. En este caso particular, se investiga su efecto en el agregado del concreto.

**Agregado:** Son materiales en forma de granos, como arena, grava o piedra triturada, que se mezclan con el cemento y el agua para producir concreto.

**Abancay:** Es una ciudad situada en Perú, que es el lugar en el que se llevó a cabo la investigación.

**Slump:** Es un examen que se utiliza para medir la consistencia o trabajabilidad del concreto cuando aún está fresco.

**Resistencia a la compresión:** Es la habilidad de un material para resistir fuerzas o cargas que intentan disminuir su tamaño.

**Resistencia a la flexión:** Es la habilidad de un material para resistir fuerzas que intentan doblarlo o deformarlo.

**Porcentaje de fibra de acero:** En este estudio, se agregaron diferentes porcentajes (1.2%, 3.2% y 5.2%) de fibra de acero en relación al cemento en las mezclas de concreto para estudiar su impacto en las propiedades del material.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### - Tipo de la investigación:

La investigación aplicada esta facultada a dar solución a cuestiones concretas, centrada en la utilidad práctica del saber obtenido a través de la investigación básica para atender desafíos en la realidad. Esta modalidad de investigación busca afrontar un problema específico, establecer hipótesis de investigación y luego verificar estas hipótesis a través de experimentos. En numerosas ocasiones, este enfoque de investigación utiliza métodos empíricos para resolver problemas de la vida cotidiana. La investigación aplicada es generalmente un diseño de investigación secundario que examina más a fondo los resultados de la investigación pura o básica para validar estos hallazgos y usarlos para generar soluciones innovadoras. En otras palabras, la investigación aplicada tiene como objetivo primordial la resolución de problemas, siendo una de las funciones clave de la investigación en general. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Esta corresponde a ser una Investigación Aplicada, ya que el propósito del estudio parece estar orientado a mejorar la vida cotidiana o las prácticas en el campo de la construcción al intentar entender cómo la presencia de fibra de acero en el agregado impacta en el diseño del concreto.

##### - Enfoque de la investigación:

La metodología de investigación cuantitativa se define por la formulación de un problema de estudio específico y bien delimitado, teniendo en cuenta investigaciones previas y estableciendo un marco teórico a partir del cual se generan una o más hipótesis. Estas hipótesis son evaluadas mediante el uso de los

diseños de investigación adecuados. Este enfoque cuantitativo sigue un proceso secuencial y confirmatorio, en el que cada fase se desarrolla en un orden estricto. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Se puede concluir que el estudio adopta un Enfoque Cuantitativo. Este método está relacionado con la cuantificación de las unidades de análisis y el procesamiento estadístico de los datos. Dado que hace referencia al diseño de concreto con especificaciones de peso, es probable que la investigación haya involucrado mediciones cuantitativas de las propiedades del concreto.

- **Diseño de la investigación:**

No existe un diseño experimental que sea inherentemente mejor que otro. En cambio, son los elementos como el planteamiento del problema, el propósito del estudio y la existencia o no de hipótesis, así como su tipo, los que dictaminan cuál diseño es más conveniente para una investigación en general. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Como el estudio implica la manipulación de variables (en este caso, la porción de fibra de acero en el agregado de concreto), esto sugiere un Diseño Experimental. En este tipo de estructura de investigación, se alteran las condiciones del objeto de estudio durante la realización de la investigación.

- **Nivel de la investigación:**

La investigación explicativa se determina por la precisión de su marco teórico y su hipótesis, lo que requiere un dominio meticuloso de las herramientas metodológicas para poder verificar dichas hipótesis. Según el (página ), este tipo de investigación es más estructurada que otros estudios, y engloba los objetivos de éstos, incluyendo la investigación, representación y la correspondencia o agrupación. Además, estos estudios explicativos contribuyen a un mayor alcance

del fenómeno en estudio. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Como el estudio intenta descubrir la relación entre la fibra de acero en el agregado y las propiedades del concreto, puede considerarse una Investigación Explicativa. Este tipo de investigación no solo describe y relaciona, sino que también busca determinar las causas de un fenómeno.

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

**Variable independiente:** Fibras de Acero

**Definición conceptual:** La fibra de acero se produce mediante el proceso de trefilado en frío del acero con bajo contenido de carbono, y luego se corta en tiras. Su propósito principal es fortalecer el concreto o el mortero, potenciando así la eficiencia de estos materiales en la construcción. Es ampliamente utilizada en escenarios donde se exige un rendimiento excepcional del concreto, como en la edificación de losas de cimentación para estructuras autoportantes, pisos industriales, túneles, carreteras, pavimentos y otros componentes de alto rendimiento.

**Definición operacional:** La cantidad de fibra de acero añadida al concreto debe ser cuidadosamente calibrada en función de la resistencia deseada, de acuerdo con los estándares de la industria y las especificaciones del proyecto.

**Variable dependiente:** Propiedades físico y mecánicas del concreto  $f'c=140, 175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Definición conceptual:** Los atributos mecánicos del concreto son fundamentales para el esbozo de distribuciones de concreto simple, armado y preesforzado. Entre ellas destacan la resistencia a la compresión, medida en cilindros estandarizados tras 28 días de fraguado, de tal manera que solo el 5% de las muestras pueden

tener resistencias inferiores a la especificada; el módulo de elasticidad, que estima la deformación y deflexión; la ductilidad, que indica la capacidad de soportar tensiones sin fracturarse; la resistencia a la tracción, que demuestra su habilidad para resistir tensiones sin romperse; la resistencia al corte, que indica su capacidad para resistir deformaciones por fuerzas cortantes; y el flujo plástico, que muestra su habilidad para rellenar moldes antes de endurecer. También existen diferentes tipos de concreto, como el de peso normal, ligero y autocompactable, cada uno con sus propiedades mecánicas particulares. (Carrillo, Alcoser, & Aperador, 2013)

**Definición operacional:** Dentro de las propiedades físicas del concreto, los aspectos fundamentales a evaluar son su facilidad de manejo, es decir, la sencillez con la que se puede trabajar y dar forma al material, y el fenómeno de exudación. Durante esta evaluación, se deben considerar aspectos como la resistencia a la compresión, la capacidad para soportar tensión, la densidad y la permeabilidad. En el anexo 2, se mostrará la matriz de operacionalización de variables.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población**

El subraya que es vital tener una comprensión clara de la población en términos de su contenido, ubicación y temporalidad. Además, el se refiere a la población o universo como un conjunto de casos que cumplen ciertas especificaciones. Sostiene que, para caracterizar adecuadamente a la población, es útil emplear consideraciones teóricas que iluminen el comportamiento de los individuos y su interacción con diferentes variables de naturaleza organizacional. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

La tesis llamada "Diseño de Concreto f'c 140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, y su Influencia de Fibra de Acero en el Agregado – Abancay, 2021" se enfoca en todas las muestras

de concreto posibles que cumplan con las especificaciones mencionadas y que se puedan recolectar en la región de Abancay. Este conjunto puede incluir concreto de distintas estructuras, proyectos en construcción y laboratorios donde se están llevando a cabo experimentos con este tipo de concreto.

### **Muestra**

Se define a la muestra como un segmento seleccionado de la totalidad de la población, con la pretensión de ser investigado. El primer paso en el proceso de elección de una muestra en el enfoque cuantitativo es determinar el tema o individuos de los cuales se recolectarán los datos, lo que se refiere a especificar la unidad de análisis. Posteriormente, la población se delimita de manera explícita, basándose en los objetivos del estudio y en términos de características de contenido, lugar y tiempo. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

En cuanto a la muestra, se trata de una representación pequeña pero precisa de dicha población. El modo en que se elige la muestra depende del método de muestreo que se utilice, el cual podría ser aleatorio para asegurar que todos los elementos de la población tengan la misma oportunidad de ser elegidos, o podría ser estratificado si se desea garantizar que ciertas categorías dentro de la población estén adecuadamente representadas.

### **Muestreo**

El muestreo por conglomerados, que pertenece a la categoría de muestreo aleatorio, es un método donde las entidades a analizar se agrupan en ciertos espacios geográficos específicos. Este enfoque de muestreo implica realizar una elección en dos o más fases, cada una siguiendo procesos basados en la probabilidad. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

El término muestreo hace referencia al proceso de seleccionar la muestra a partir de la población de estudio. Este proceso puede ser sistemático, aleatorio simple, estratificado, o incluso una combinación de estos, en función de la naturaleza de la colectividad y los objetivos de la investigación.

### **Unidad de análisis**

El módulo de análisis señala a aquellos que serán objeto de medición, en otras palabras, los individuos o casos a los que se aplicará en conclusión la herramienta de medición. Además, se menciona que la unidad muestral se refiere al grupo a través del cual se alcanza la unidad de análisis. El muestreo por conglomerados requiere una elección que se realiza en dos o más fases, todas ellas basadas en procesos de probabilidad. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

La unidad de análisis sería el concreto individual de resistencia f'c 140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup> con fibra de acero en el agregado. Cada muestra de concreto seleccionada para la investigación sería una unidad de análisis.

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

Las técnicas y los instrumentos de recolección son clave e incluyen una variedad de métodos de observación, diversos tipos de entrevistas, estudios de caso, relatos de vida e historia oral, entre otros. Además, es crucial tener en cuenta el uso de recursos que ayuden en la recopilación de información, como grabaciones de audio y video, fotografías y técnicas de cartografía, que son esenciales para recrear la realidad social.

#### **Técnica de recolección de datos:**

La técnica que se empleará para recoger los datos en este estudio será la experimentación. Concretamente, se diseñarán y realizarán pruebas en diversas

mezclas de concreto con resistencias especificadas de  $f'c$  140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, y se incorporará fibra de acero en el agregado en diferentes proporciones (1.2%, 3.2% y 5.2% en relación al cemento). Las pruebas a realizar serán de slump (asentamiento), resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, con el objetivo de determinar el efecto de la fibra de acero en estos atributos del concreto.

#### **Instrumentos de recolección de datos:**

- **Mezcladora:** Se utilizará para preparar las diversas mezclas de concreto, siguiendo las especificaciones de resistencia y porcentajes de fibra de acero.
- **Moldes de concreto:** Para formar las muestras de concreto que se someterán a las pruebas.
- **Máquina de ensayo de compresión:** Para medir la resistencia a la compresión de las muestras de concreto, al aplicar una carga de manera progresiva hasta que la muestra se rompe.
- **Máquina de ensayo de flexión:** Para determinar la resistencia a la flexión de las muestras de concreto.
- **Moldes para prueba de slump:** Se usarán para realizar la prueba de slump, que medirá el asentamiento del concreto.
- **Balanza de precisión:** Para pesar exactamente los elementos del concreto en cada mezcla, incluyendo el cemento y la fibra de acero.
- **Cono de Abrams:** Este será usado para medir la consistencia del concreto a través del ensayo de asentamiento (prueba de slump).

#### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos son:

1. **Preparación de las mezclas de concreto:** Inicialmente, prepare las mezclas de concreto según las resistencias designadas ( $f'c$  140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>). Se harán tres series de mezclas para cada resistencia, incorporando en cada una 1.2%, 3.2% y 5.2% de fibra de acero en relación al cemento.
2. **Moldeado de las muestras:** Use los moldes para concreto para formar las muestras que se someterán a las pruebas. Cada muestra debe ser identificada claramente para no confundir las diferentes mezclas y porcentajes de fibra de acero.
3. **Curado de las muestras:** Una vez moldeadas, las muestras deben ser curadas de acuerdo a las normas ASTM, antes de someterlas a pruebas.
4. **Realización de la prueba de slump:** Una vez las muestras estén curadas, lleve a cabo la prueba de slump o establecimiento usando el cono de Abrams. Esta prueba proporcionará datos sobre la trabajabilidad de cada mezcla de concreto.
5. **Prueba de resistencia a la compresión:** Utilice el artefacto de ensayo de compresión para evaluar la resistencia a la compresión de las muestras de concreto. Este ensayo debe realizarse de acuerdo a las normas ASTM correspondientes.
6. **Prueba de resistencia a la flexión:** Finalmente, realice la prueba de resistencia a la flexión en las muestras de concreto utilizando la máquina de ensayo de flexión.
7. **Recopilación y análisis de datos:** Recopile todos los datos obtenidos de las pruebas realizadas. Luego, analice estos datos para determinar la atribución de la fibra de acero en los atributos del concreto.

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

#### **- Análisis Descriptivo:**

El análisis descriptivo de investigación cuantitativa implica explorar y comprender los datos numéricos, buscando conceptos que puedan representar estos datos y agrupándolos en categorías. Estas categorías son luego incorporadas en los estudios temáticos y de esquemas correspondientes. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Inicialmente, se realizará un análisis descriptivo de los datos recopilados. Se calcularán medidas de predisposición céntrica y de esparcimiento para cada conjunto de datos (slump, resistencia a la compresión y flexión para cada porcentaje de fibra de acero y resistencia del concreto). Este análisis proporcionará una visión general de los resultados obtenidos.

#### **- Análisis Comparativo:**

Los análisis comparativos pueden efectuarse tanto entre conjuntos de casos como entre casos individuales. En el análisis comparativo de grupos de casos, se cotejan los resultados de dos o más agrupaciones de casos en una o varias variables. Por otro lado, en el análisis comparativo entre casos individuales, se contrastan los resultados de dos o más casos únicos en una o más variables. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Posteriormente, se llevará a cabo un análisis comparativo para identificar las diferencias en los atributos del concreto (slump, resistencia a la compresión y flexión) con respecto a los distintos porcentajes de fibra de acero incorporados. Se compararán los resultados para las diferentes resistencias del concreto ( $f'c$  140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>).

### **3.7. Aspectos éticos**

Resolver llevar a cabo o no una exploración debido a las posibles repercusiones es una elección individual de quien la ideó. Según los autores, este también es un aspecto del diseño del problema que necesita ser discutido, y el compromiso es un factor crucial a tener en cuenta siempre que se va a realizar un estudio. Los investigadores creen que los problemas éticos son esenciales en la investigación social y que los participantes en la investigación deben ser tratados de tal manera que se respeten los estándares éticos. Además, señalan que los aspectos éticos que se deben tener en cuenta en la investigación social incluyen el consentimiento informado, la confidencialidad, la privacidad, la defensa de los derechos humanos y la disminución de los riesgos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

#### IV. RESULTADOS

##### Indicador 1: Slump

**Tabla 8** Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
DISEÑO PATRON	8:10 a. m.	26,7°	4 "
DISEÑO PATRON	8:30 a. m.	27,7°	3 1/2"
DISEÑO PATRON	8:50 a. m.	27,8°	2 1/2"
DISEÑO PATRON	9:10 a. m.	28,4°	1 1/2"
DISEÑO PATRON	9:30 a. m.	28,6°	1"
DISEÑO PATRON	9:50 a. m.	28,9°	1/2"

**Tabla 9** Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón + 1.20% F.A.

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
PATRON + 1.20 % F.A.	8:36 a. m.	27,2°	4"
PATRON + 1.20 % F.A.	8:56 a. m.	27,4°	3"
PATRON + 1.20 % F.A.	9:16 a. m.	27,8°	2 1/2"
PATRON + 1.20 % F.A.	9:36 a. m.	28,8°	1 1/2"
PATRON + 1.20 % F.A.	9:56 a. m.	28,9°	1/2 "
PATRON + 1.20 % F.A.	-----	-----	-----

**Tabla 10** Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón + 3.20% F.A.

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
PATRON + 3.20 % F.A.	9:15 a. m.	27,8°	3 1/2"
PATRON + 3.20 % F.A.	9:35 a. m.	27,9°	3"
PATRON + 3.20 % F.A.	9:55 a. m.	28,7°	2 1/2"
PATRON + 3.20 % F.A.	10:15 a. m.	28,9°	1 1/2"
PATRON + 3.20 % F.A.	10:35 a. m.	29,2°	1 1/2"
PATRON + 3.20 % F.A.	-----	-----	-----

**Tabla 11** Ensayo de consistencia del concreto diseño patrón + 5.20% F.A.

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
PATRON + 5.20 % F.A.	9:45 a. m.	28,1°	3"
PATRON + 5.20 % F.A.	10:05 a. m.	28,9°	2 1/2"
PATRON + 5.20 % F.A.	10:25 a. m.	29,6°	1 1/2"
PATRON + 5.20 % F.A.	10:45 a. m.	29,7°	1"
PATRON + 5.20 % F.A.			
PATRON + 5.20 % F.A.			

De las tablas 8, 9, 10 y 11 se registra que los datos, a medida que se aumenta la cantidad de fibra de acero (F.A.) en el concreto, el Slump (la trabajabilidad) del concreto podría estar disminuyendo. En la Tabla 9, el concreto con 1.2% de F.A. muestra valores más bajos en comparación con el diseño patrón, lo que sugiere una mayor trabajabilidad. Sin embargo, como se observa en las Tablas 10 y 11

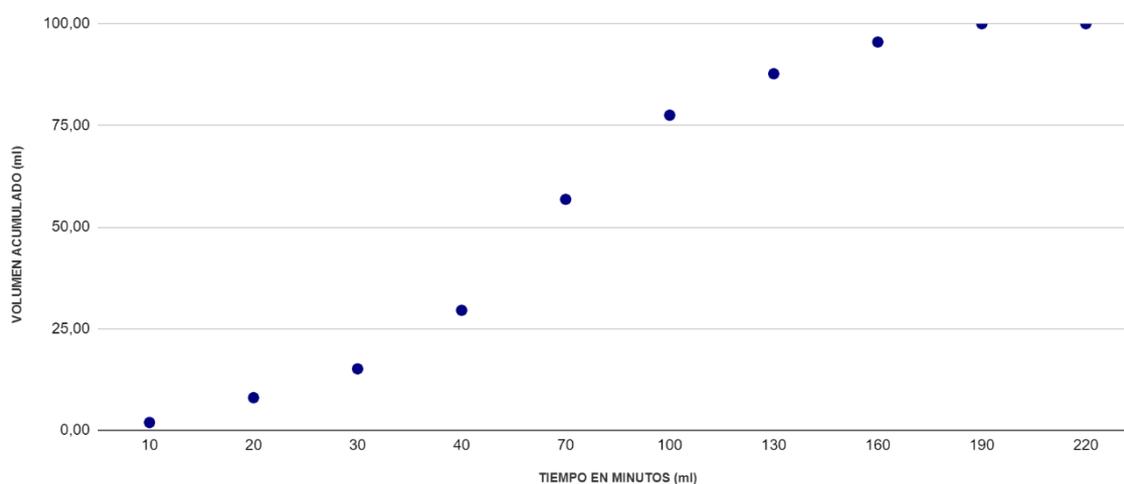
cuando la cantidad de F.A. aumenta a 3.2% y 5.2%, se observa una disminución en la trabajabilidad, lo cual se refleja en un incremento en las horas de ensayo.

**Indicador 2: Exudación.**

**Tabla 12** Diseño patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (exudación)

DISEÑO PATRON = F'C 210 KG/CM2					
MEDICIÓN	▲T (min)	▲T acumu.	▲Vol. (ml)	▲Vol. Acum.	Velocidad de Exudacion (ml/min)
D1	10	10	1,9	1,90	0,19
D2	10	20	6,1	8,00	0,61
D3	10	30	7,1	15,10	0,71
D4	10	40	14,4	29,50	1,44
D5	30	70	27,3	56,80	0,91
D6	30	100	20,7	77,50	0,69
D7	30	130	10,2	87,70	0,34
D8	30	160	7,8	95,50	0,26
D9	30	190	4,5	100,00	0,15
D10	30	220	0,0	100,00	0,00

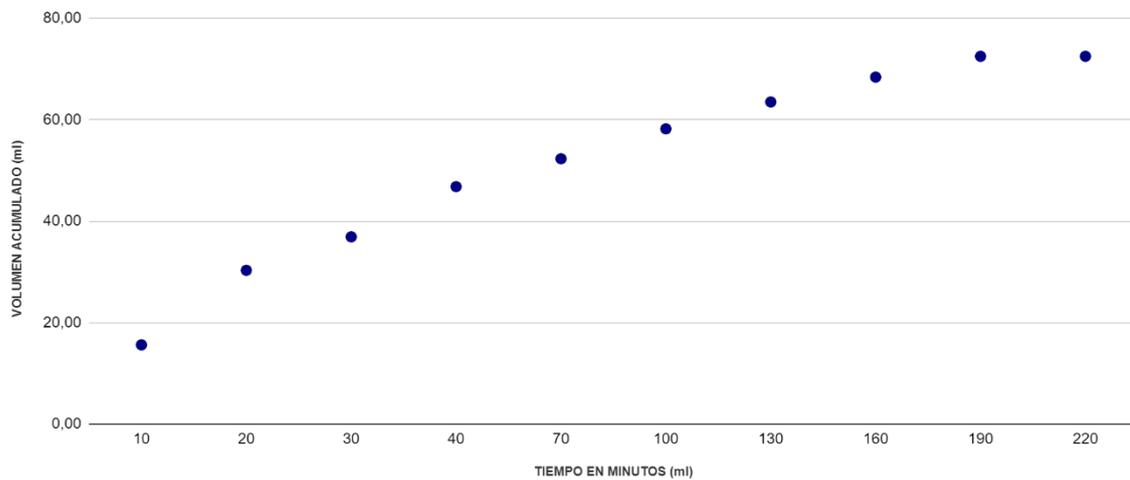
**Figura 22** Diseño patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (exudación) Volx Min



**Tabla 13** Diseño patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+ 1.20\%$  Fibra de acero (exudación)

<b>DISEÑO PATRÓN = F'C 210 KG/CM2 + 1.20 % FIBRA DE ACERO</b>					
<b>MEDICIÓN</b>	<b>▲T (min)</b>	<b>▲T acumu.</b>	<b>▲Vol. (ml)</b>	<b>▲Vol. Acum.</b>	<b>Velocidad de Exudacion (ml/min)</b>
<b>D1</b>	10	10	15,6	15,60	<b>1,56</b>
<b>D2</b>	10	20	14,7	30,30	<b>1,47</b>
<b>D3</b>	10	30	6,6	36,90	<b>0,66</b>
<b>D4</b>	10	40	9,9	46,80	<b>0,99</b>
<b>D5</b>	10	70	5,5	52,30	<b>0,55</b>
<b>D6</b>	30	100	5,9	58,20	<b>0,20</b>
<b>D7</b>	30	130	5,3	63,50	<b>0,18</b>
<b>D8</b>	30	160	4,9	68,40	<b>0,16</b>
<b>D9</b>	30	190	4,1	72,50	<b>0,14</b>
<b>D10</b>	30	220	0,0	72,50	<b>0,00</b>

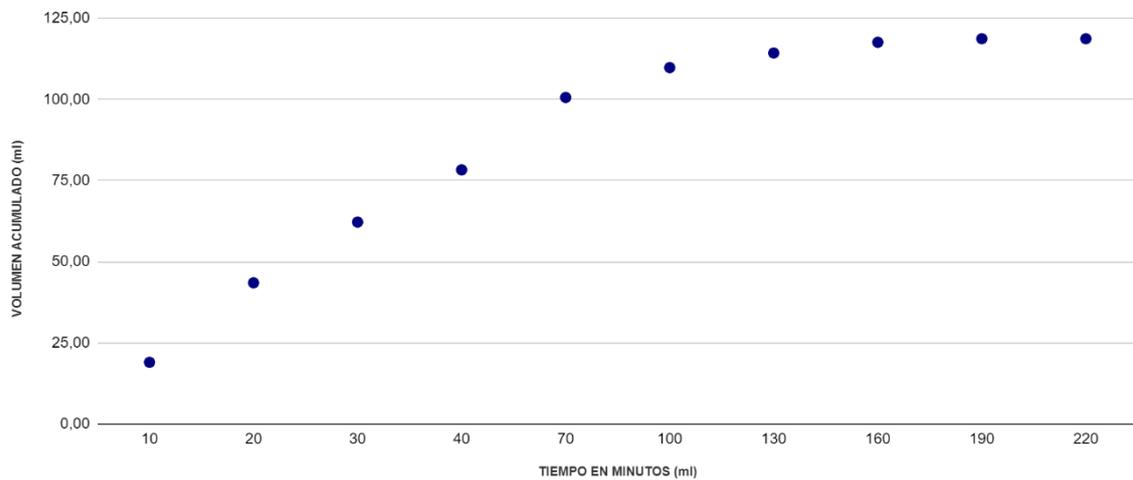
**Figura 23** Diseño patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+ 1.20\%$  Fibra de acero (exudación)  
VolxMin



**Tabla 14** Diseño patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+ 3.20\%$  Fibra de acero (exudación)

DISEÑO PATRON = F'C 210 KG/CM2 + 3.20 % FIBRA DE ACERO					
MEDICIÓN	▲T (min)	▲T acumu.	▲Vol. (ml)	▲Vol. Acum.	Velocidad de Exudación (ml/min)
D1	10	10	19,0	19,00	1,90
D2	10	20	24,5	43,50	2,45
D3	10	30	18,7	62,20	1,87
D4	10	40	16,1	78,30	1,61
D5	10	70	22,3	100,60	2,23
D6	30	100	9,2	109,80	0,31
D7	30	130	4,5	114,30	0,15
D8	30	160	3,3	117,60	0,11
D9	30	190	1,1	118,70	0,04
D10	30	220	0,0	118,70	0,00

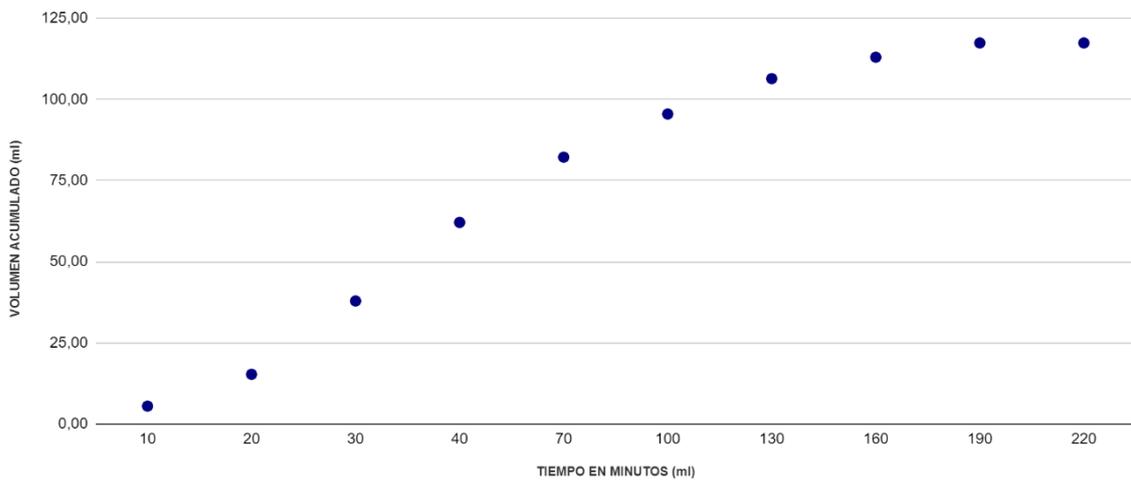
**Figura 24** Diseño patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+ 3.20\%$  Fibra de acero (exudación) VolxMin



**Tabla 15** Diseño patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+ 5.20\%$  Fibra de acero (exudación)

DISEÑO PATRÓN = F'C 210 KG/CM2 + 5.20 % FIBRA DE ACERO					
MEDICIÓN	▲T (min)	▲T acumu.	▲Vol. (ml)	▲Vol. Acum.	Velocidad de Exudacion (ml/min)
D1	10	10	5,5	5,50	0,55
D2	10	20	9,8	15,30	0,98
D3	10	30	22,6	37,90	2,26
D4	10	40	24,2	62,10	2,42
D5	10	70	20,1	82,20	2,01
D6	30	100	13,3	95,50	0,44
D7	30	130	10,9	106,40	0,36
D8	30	160	6,6	113,00	0,22
D9	30	190	4,4	117,40	0,15
D10	30	220	0,0	117,40	0,00

**Figura 25** Diseño patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2+ 5.20\%$  Fibra de acero (exudación) VolxMin



Según los datos presentados en las **Tablas 12, 13, 14 y 15**, parece que la incorporación de la fibra de acero puede influir en la velocidad de exudación. Para el diseño patrón con 1.2% de fibra de acero, las velocidades de exudación

inicialmente son más altas en comparación con el diseño patrón sin fibra, pero luego se reducen. Similarmente, para el diseño con 3.2% de fibra de acero, las velocidades de exudación son generalmente más altas en comparación con el diseño esquema y el diseño con 1.2% de fibra.

Por otro lado, en el caso del diseño con 5.2% de fibra de acero, las velocidades de exudación inicialmente son más bajas o comparables a las del diseño patrón, pero luego se incrementan. Esto podría indicar que la cantidad de fibra de acero puede influir en la exudación de manera no lineal o dependiente del diseño.

Finalmente, todos los diseños muestran una disminución en la velocidad de exudación con el tiempo (de D1 a D10), lo que es esperado ya que la exudación tiende a disminuir a medida que el concreto se cura.

**Indicador 3:** Resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 16** Resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días

IDENTIFICACIÓN	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% $F'c$
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7 días	2,00	153 $\text{kg/cm}^2$	72,8
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7 días	2,00	149 $\text{kg/cm}^2$	70,7
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7 días	2,00	152 $\text{kg/cm}^2$	72,4
PROBETA N° 04 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7 días	2,00	159 $\text{kg/cm}^2$	75,8
PROBETA N° 05 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7 días	2,00	161 $\text{kg/cm}^2$	76,4

PROBETA N° 06 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	7 días	2,00	161 kg/cm2	76,5
PROBETA N° 07 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	7 días	2,00	164 kg/cm2	78,0
PROBETA N° 08 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	7 días	2,00	166 kg/cm2	78,8
PROBETA N° 09 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	7 días	2,00	168 kg/cm2	79,9
PROBETA N° 10 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	7 días	2,00	170 kg/cm2	81,2
PROBETA N° 11 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	7 días	2,00	171 kg/cm2	81,6
PROBETA N° 12 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	7 días	2,00	173 kg/cm2	82,5

**Tabla 17 Resistencia a la compresión f'c= 210 kg/cm2 a los 14 días**

IDENTIFICACIÓN	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	190 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	191 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	192 kg/cm2
PROBETA N° 04 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	196 kg/cm2

PROBETA N° 05 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	197 kg/cm2
PROBETA N° 06 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	194 kg/cm2
PROBETA N° 07 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	198 kg/cm2
PROBETA N° 08 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	199 kg/cm2
PROBETA N° 09 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	199 kg/cm2
PROBETA N° 10 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	202 kg/cm2
PROBETA N° 11 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	204 kg/cm2
PROBETA N° 12 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	14 días	2,00	204 kg/cm2

**Tabla 18 Resistencia a la compresión f'c= 210 kg/cm2 a los 28 días**

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>EDAD</b>	<b>RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO</b>	<b>ESFUERZO</b>
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	213 kg/cm2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	214 kg/cm2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	214 kg/cm2
PROBETA N° 04 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	219 kg/cm2

PROBETA N° 05 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	219 kg/cm2
PROBETA N° 06 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	220 kg/cm2
PROBETA N° 07 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	224 kg/cm2
PROBETA N° 08 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	226 kg/cm2
PROBETA N° 09 DISEÑO 3.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	224 kg/cm2
PROBETA N° 10 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	227 kg/cm2
PROBETA N° 11 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	228 kg/cm2
PROBETA N° 12 DISEÑO 5.20% FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm2	28 días	2,00	230 kg/cm2

Los resultados que se exhiben en las **Tablas 16, 17 y 18** pertenecen al diseño patrón de concreto con una resistencia a la compresión teórica (f'c) de 210 kg/cm2. Las pruebas de resistencia a la compresión a los 28 días para este diseño patrón están en línea con la resistencia teórica, indicando que este diseño de concreto ha cumplido con las expectativas. Además, estos resultados pertenecen a diseños de concreto que incluyen distintos ratios de fibra de acero (1.2%, 3.2%, 5.2%) en la mezcla. En todos estos casos, la resistencia a la compresión a los 28 días es mayor que la resistencia teórica de 210 kg/cm2, lo que recomienda que el aditamento de fibra de acero ha mejorado la resistencia a la compresión del concreto. Por otro lado, existe una tendencia de que un mayor porcentaje de fibra de acero en la

mezcla resulta en una mayor resistencia a la compresión, aunque la diferencia entre el diseño con 3.2% y 5.2% de fibra de acero no es tan marcada como entre el diseño patrón y el diseño con 1.2% de fibra de acero.

Finalmente, cabe destacar que la resistencia a la compresión acrecienta con el tiempo en todos los diseños, lo que es esperado ya que el concreto continúa endureciéndose y ganando resistencia durante las primeras semanas después de su fabricación.

**Indicador 4:** Resistencia a la flexión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 19** Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

IDENTIFICACIÓN	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	14 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	15 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON $f'c = 210$ kg/cm <sup>3</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	15 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	16 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	17 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	17 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 07 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	18 kg/cm <sup>2</sup>

VIGA N° 08 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	19 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 09 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	19 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 10 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 11 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 12 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	7 días	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>

**Tabla 20** Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días

IDENTIFICACIÓN	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	16 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	16 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>3</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	17 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 07 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>

VIGA N° 08 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 09 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	21 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 10 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	22 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 11 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	22 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 12 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	14 días	TERCIO CENTRAL	23 kg/cm <sup>2</sup>

**Tabla 21** Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

IDENTIFICACIÓN	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	ESFUERZO FLEXIÓN
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	19 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>3</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	19 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 1.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	21 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 07 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO $f'c = 2.10$ kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	22 kg/cm <sup>2</sup>

VIGA N° 08 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	22 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 09 DISEÑO 3.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	23 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 10 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	24 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 11 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	25 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 12 DISEÑO 5.20 % FIBRA DE ACERO f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	28 días	TERCIO CENTRAL	25 kg/cm <sup>2</sup>

De las **Tablas 19, 20 y 21** diseño patrón f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>: Las vigas N° 01, N° 02 y N° 03 tienen el mismo diseño patrón de concreto con una resistencia nominal f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a flexión aumenta con la edad de curado del concreto, es decir, a medida que las vigas pasan más tiempo en el proceso de endurecimiento, su resistencia a flexión aumenta. A los 28 días de curado, la resistencia a flexión de la Viga N° 01 es de 18 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la Viga N° 02 muestra una resistencia de 19 kg/cm<sup>2</sup>. Es importante destacar que la Viga N° 03 tiene un error tipográfico en el diseño patrón, donde se indica "f'c = 210 kg/cm<sup>3</sup>", que debería ser 210 kg/cm<sup>2</sup> para ser coherente con las demás vigas de diseño patrón.

De las **Tablas 19, 20 y 21** diseño con 1.20 % Fibra de Acero: Las vigas N° 04, N° 05 y N° 06 tienen un diseño con un porcentaje del 1.20 % de fibra de acero agregada al concreto con una resistencia nominal f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En general, el agregado de fibra de acero mejora la resistencia a flexión del concreto, lo que se refleja en los resultados de estas vigas. A los 28 días de curado, las vigas N° 04 y

N° 05 tienen una resistencia a flexión de 20 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la Viga N° 06 modelo una resistencia ligeramente superior de 21 kg/cm<sup>2</sup>.

De las **Tablas 19, 20 y 21** diseño con 3.20 % Fibra de Acero: Las vigas N° 07, N° 08 y N° 09 tienen un diseño con un porcentaje del 3.20 % de fibra de acero con una resistencia nominal  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>. El aumento del porcentaje de fibra de acero en estas vigas mejora aún más su resistencia a flexión. A los 28 días de curado, las vigas N° 07 y N° 08 tienen una resistencia a flexión de 22 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la Viga N° 09 muestra una resistencia de 23 kg/cm<sup>2</sup>.

De las **Tablas 19, 20 y 21** diseño con 5.20 % Fibra de Acero: Las vigas N° 10, N° 11 y N° 12 tienen un diseño con un porcentaje del 5.20 % de fibra de acero con una resistencia nominal  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Estas vigas muestran la mayor resistencia a flexión de todas las probadas. A los 28 días de curado, las vigas N° 10 y N° 11 tienen una resistencia a flexión de 24 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la Viga N° 12 muestra una resistencia de 25 kg/cm<sup>2</sup>.

En general, se puede observar que el agregado de fibra de acero mejora significativamente la tenacidad a flexión del concreto, permitiendo que las vigas soporten mayores cargas de flexión. Además, se confirma que la resistencia a flexión ensancha con la edad del concreto debido al proceso de endurecimiento. Estos resultados son importantes para el diseño de distribuciones de concreto que requieran una alta capacidad de resistencia a flexión para garantizar su integridad y seguridad.

## V. DISCUSIÓN

Según (Díaz García, 2019), llegó a la siguiente conclusión:

La investigación se propuso analizar, investigar y diseñar un concreto enriquecido con fibras de acero empleando los agregados de buena calidad del río Yuracyacu. Esto permitió formular una sugerencia técnica para promover la edificación segura y económica de edificios y proyectos de gran magnitud. Este estudio apuntó a proporcionar procedimientos prácticos y científicas al desafío de construir sin estar al tanto del comportamiento real de la materia prima, entre otros aspectos. De esta manera, se contribuyó de manera activa a la producción de nuevo conocimiento con beneficios para la colectividad y la ciencia. Los logros de este estudio incluyen resultados concluyentes que demuestran que es factible, a través de la correcta aplicación de la teoría, producir resultados sólidos. Pueden presentarse como una opción técnica para la producción de hormigón armado con fibras de acero.

Según (Vasquez Gonzales, 2015), concluye que:

La utilización de concreto reforzado con fibra en Cajamarca y a lo largo de nuestro país es bastante limitada debido a la escasez de evidencia experimental y regulaciones relacionadas. Sin embargo, dada su relevancia para la ingeniería civil para optimizar la resistencia a la tracción y flexibilidad del concreto convencional, este estudio se propone explorar el impacto de agregar diferentes proporciones de fibra de acero "Sika Fiber CHO 65/35 NB" en los atributos mecánicos del concreto. El estudio se efectuó empleando cemento Pacasmayo tipo 1, agregados locales, Sikament 290N y agua del Campus Universitario. Se realizaron pruebas comparativas en una serie de concretos con variaciones de 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, y también con la adición de Sikament 290N. Se prepararon 270

muestras de concreto, 180 cilíndricas y 90 prismáticas, y se sometieron a pruebas a los 7, 14 y 28 días, evaluando su resistencia a la compresión, tracción y flexibilidad. También se examinaron otros atributos del concreto, como la firmeza y el peso unitario del concreto fresco y endurecido. Los resultados indicaron que a medida que aumentaba la cantidad de fibra añadida, la consistencia y la trabajabilidad del concreto fresco disminuían. En relación al peso unitario, tanto en su estado fresco como endurecido, se observó un incremento moderado con la afiliación de Sikament 290N y la aditamento de fibra de acero, aunque se mantuvo dentro del rango de concretos normales. Se determinó que el Sikament 290N mejoraba la resistencia a la compresión, aunque la fibra de acero mostró una tendencia leve a reducirla. Sin embargo, la resistencia a la tracción indirecta y a la flexión se incrementaron considerablemente con la adición de fibra de acero, presentando incrementos de hasta el 165.62% y el 180.50% respectivamente en comparación con el concreto estándar.

Según (CAÑON SOSA & ALDANA CALDERÓN, 2016), concluyeron que:

A lo largo de la historia, se han realizado diversas pruebas al concreto con el objetivo de entender su comportamiento bajo distintas condiciones, como la tensión o la compresión, tomando en cuenta su uso final. Para fortalecer la resistencia y minimizar las debilidades del concreto en su estado original, se han añadido fibras sintéticas a la mezcla, aportando beneficios tanto en estado plástico como endurecido. El uso de fibras sintéticas resulta en mejoras significativas en las propiedades del concreto desde sus etapas tempranas hasta cuando ya está endurecido, incluyendo una mayor capacidad para resistir las fuerzas que causan la ruptura. Este plan tiene como propósito contrastar estas dos clases de fibras de

las compañías más prestigiosas a nivel nacional, con el fin de establecer los beneficios y desventajas de cada una.

Según (Contreras Landa, 2017), concluye que:

Entre estas innovaciones, se encuentra el uso de un material de óptima tecnología que presenta numerosos beneficios frente a los convencionales procedimientos: la fibra de carbono. Este polímero supera la resistencia a la tensión del acero en diez veces (35 500 kg/cm<sup>2</sup> vs. 4 200 kg/cm<sup>2</sup>) y es considerablemente más ligero. El propósito de esta tesis es presentar los resultados de un análisis destinado a estudiar el comportamiento mecánico de las vigas de concreto reforzado sometidas a flexión, reforzadas con fibras de carbono de alta resistencia. El objetivo es dimensionar los beneficios posibles del refuerzo en procesos de resistencia y dureza. Se busca limitar el empleo de las fibras, considerando distintos ambientes en los que las variables son la resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c$ ) y la cantidad de acero de refuerzo ( $\rho$ ) en dichas vigas. De acuerdo con los estudios, los polímeros reforzados con fibra (FRP) han sido propuestos como alternativas para la sustitución de las barras de acero tradicionales en estructuras de concreto reforzado (RC). En general, los FRP ya han sido ampliamente aplicados para el fortalecimiento de miembros estructurales RC deficientes en forma de FRP como refuerzo flexural o de corte externo adicional. Además, la compostura y el refuerzo de las estructuras de RC con láminas de CFRP se ha convertido en un enfoque común. Las láminas de resina epoxi con fibras añaden resistencia considerable a las vigas y losas, aumentando su resistencia a la flexión y al corte. Además, son fáciles de manejar y resistentes a los agentes externos y la fatiga. A pesar de estos avances, es importante señalar que el uso de barras de FRP tiene algunas limitaciones. Las barras de FRP muestran un comportamiento frágil y no se

deforman como las barras de acero de refuerzo. Además, la baja resistencia al corte y el bajo módulo de elasticidad son considerados desventajas desde la óptica de la ingeniería estructural. En consecuencia, las vigas de concreto reforzadas con barras de FRP muestran un comportamiento lineal-elástico hasta el fallo sin exhibir ningún rendimiento y su fallo final se caracteriza como frágil.

## VI. CONCLUSIONES

- El uso de fibras de acero en el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  mostró una influencia notable en sus propiedades, evidenciando la importancia de su incorporación en el bosquejo de la mezcla de concreto.
- Dependiendo de las proporciones de fibra de acero incorporadas (1.20%, 3.20%, 5.20%), se observaron cambios distintos en la trabajabilidad del concreto, medida mediante el ensayo de Slump. Esto sugiere que la cantidad de fibra de acero tiene un impacto en la manejabilidad del concreto, lo que podría influir en la eficiencia de la colocación del concreto en la obra.
- La resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , mostró una variación dependiendo de la cantidad de fibra de acero incorporada en la mezcla. Esto indica que las fibras de acero pueden tener un papel crucial en el aumento o disminución de la resistencia a la compresión, una de los atributos más importantes del concreto.
- Se observó una relación entre la cantidad de fibra de acero incorporada y la resistencia a la flexión del concreto. La fibra de acero podría ser un componente clave para mejorar la resistencia a la flexión del concreto, lo que podría mejorar la estabilidad y resistencia del concreto en aplicaciones estructurales.
- Los resultados de este estudio solo mostraron lo relacionado con la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y no los de  $f'c= 140$  y  $175 \text{ kg/cm}^2$ ; ya que, por temas de pandemia hubo restricciones en el uso de los laboratorios.

## VII. RECOMENDACIONES

- Basándonos en los datos arrojados en la tesis, se recomienda considerar la incorporación de fibras de acero en la mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para poder optimizar sus atributos. Sin embargo, es crucial ajustar las proporciones para alcanzar las propiedades deseadas, ya que los diferentes niveles de fibra de acero (1.20%, 3.20%, 5.20%) mostraron efectos variados en las propiedades del concreto.
- Dado que la cantidad de fibra de acero impacta en la trabajabilidad del concreto (como se cuantifica a través del ensayo de Slump), se debe considerar este factor al planificar el proceso de construcción. Una menor trabajabilidad podría requerir más esfuerzo y tiempo para la colocación del concreto, lo que debe tenerse en cuenta al planificar el cronograma y los recursos de la obra.
- En relación con la resistencia a la compresión, se sugiere realizar pruebas adicionales para comprender mejor cómo se puede maximizar esta propiedad con la añadidura de fibras de acero.
- Respecto a la resistencia a la flexión, es posible que se requieran más investigaciones para determinar la correspondencia exacta entre la proporción de fibra de acero y la resistencia a la flexión. Las fibras de acero podrían ser beneficiosas para las aplicaciones de concreto que requieren alta resistencia a la flexión.
- Con la constante evolución de la industria de la construcción, es vital seguir investigando y experimentando con diferentes materiales y proporciones

para mejorar aún más los atributos del concreto. La incorporación de fibras de acero es solo uno de los muchos enfoques que se pueden utilizar para mejorar el concreto.

- Se recomienda compartir los hallazgos de este estudio con peritos de la industria de la construcción y con otros investigadores. Esto podría conducir a una mayor innovación y mejoras para la estimación de las resistencias a compresión de 140 y 175 kg/cm<sup>2</sup> con la integración de fibras de vidrio en el campo del diseño de concreto.

## VIII. REFERENCIAS

Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Obtenido de SCRIBD:  
<https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>

Aceros Arequipa. (2015). *Manual del Maestro Constructor*. Obtenido de Aceros Arequipa: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf>

Aceros Arequipa. (2017). *Cómo disminuir la segregación de concreto*. Obtenido de Aceros Arequipa: <https://www.construyendoseguro.com/como-disminuir-la-segregacion-de-concreto/>

American Concrete Institute. (2019). *Guide to Steel Fiber-Reinforced Concrete*. ACI Committee Report 544.4R-19.

amoviblesio. (2015). *COMPRESIÓN; TRACCIÓN; FLEXIÓN; TORSIÓN; CIZALLA*. Obtenido de amoviblesio: <http://amoviblesio.blogspot.com/2015/11/compresion-traccion-flexion-torsion.html>

Ana Torre C. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto para Ingenieros Civiles*.

Bentur , A., & Mindess, S. (2007). *Fiber Reinforced Cementitious Composites*. doi:DOI: 10.1201/9781420007254

- CAÑÓN SOSA, L. M., & ALDANA CALDERÓN, F. G. (2016). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Sikafiber® AD DE SIKA Y TOC Fibra500 DE TOXEMENT*. Obtenido de Repositorio Institucional: [https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4988/Ca%  
%c3%b3nSosaLorenaMarcela2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4988/Ca%c3%b1%c3%b3nSosaLorenaMarcela2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carrillo, J., Alcoser, S., & Aperador, W. (2013). *Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo*. Obtenido de SCIELO: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432013000200012](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432013000200012)
- Cervera Ruiz, M., & Blanco Diaz, E. (2015). *Resistencia de Materiales*. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.
- Contreras Landa, L. A. (2017). *Análisis del comportamiento de vigas de concreto reforzadas con fibra de carbono*. Obtenido de Tecnológico de Monterrey: <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/629756>
- Díaz García, J. L. (2019). *Diseño de concreto f'c 140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín*. Obtenido de Alicia Concytec: <http://hdl.handle.net/11458/3454>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *METODOLOGÍA de la investigación*. Ciudad de México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hibbeler, R. (2015). *Mecánica de Materiales*. Pearson.

- Jara, E., & Serrano, A. (2020). *Fibras de acero para mejorar la resistencia del concreto en edificaciones urbanas. Revisión sistemática entre el año 2010 y 2020: una revisión de la literatura científica*. Obtenido de Repositorio UPN: <https://hdl.handle.net/11537/26155>
- Lande Larsen, I., & Terje Thorstensen, R. (2020). The influence of steel fibres on compressive and tensile strength of ultra high performance concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 256. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119459>
- Ping, X., Jinyi , M., Yahong , D., & Minxia , Z. (2021). Influences of Steel Fiber Content on Size Effect of the Fracture Energy of High-Strength Concrete. 25(948–959). doi:<https://doi.org/10.1007/s12205-021-0141-7>
- Rezakhani, R., Scott, D. A., Bousikhane, F., Pathirage, M., Moser, R. D., Green, B. H., & Cusatis, G. (2021). Influence of steel fiber size, shape, and strength on the quasi-static properties of ultra-high performance concrete: Experimental investigation and numerical modeling. *Construction and Building Materials*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123532>.
- Vasquez Gonzales, I. (2015). *Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup>*. Obtenido de RENATI: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3232415>

## **IX. ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variables dependiente:</b> Propiedades físico y mecánicas del concreto $f'c=140, 175$ y $210$ kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades en estado Fresco	Slump (pulg)	Ensayo de asentamiento (ASTM C-143)	Tipo de investigación <b>Aplicada</b>  Enfoque de investigación <b>Cuantitativo</b>  El diseño de la investigación <b>Cuasi-Experimental</b>  El nivel de la investigación: <b>Explicativa</b> Población: <b>Conjunto de probetas y vigas de concreto ensayadas para la obtención de datos</b>  Muestra: <b>9 probetas y 9 vigas</b>  Muestreo: <b>No probabilístico</b>
¿De qué manera influye la incorporación de las fibras de acero en las propiedades del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> en Abancay?	Evaluar la influencia de la incorporación de la fibra de acero en las propiedades del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> en Abancay	La incorporación de la fibra de acero, influye de manera significativa en las propiedades del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> en Abancay		Propiedades en estado Endurecido	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo Resistencia a la compresión (ASTM C-39)	
					Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo Resistencia a la tracción (ASTM C1077)	
					Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo Resistencia a la flexión (ASTM C-78)	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable independiente:</b> Fibras de Acero	Propiedades físicas	Composición física (%)	Experimento en el laboratorio para determinar su densidad	
¿Cuánto influye la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en el Slump del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay?	Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en el Slump del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay	La incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20%, influye de manera significativa en el Slump del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay		Dosificación	1.20% (en porcentajes relativos a la cantidad de cemento)	Experimento en porcentajes relativos a la cantidad de cemento en la elaboración del concreto.	
					3.20% (en porcentajes relativos a la cantidad de cemento)	Experimento en porcentajes relativos a la cantidad de cemento en la elaboración del concreto.	
					5.20% (en porcentajes relativos a la cantidad de cemento)	Experimento en porcentajes relativos a la cantidad de cemento en la elaboración del concreto.	
¿Cuánto influye la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay?	Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay	La incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20%, influye de manera significativa en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay					
¿Cuánto influye la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay?	Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20% en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay	La incorporación de fibras de acero al 1.20%, 3.20% y 5.20%, influye de manera significativa en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , Abancay					

## Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Propiedades físico y mecánicas del concreto $f'c=140, 175$ y $210$ kg/cm <sup>2</sup>	Las propiedades mecánicas del concreto son fundamentales para el diseño de estructuras de concreto simple, armado y preesforzado. Entre ellas destacan la resistencia a la compresión, medida en cilindros estandarizados tras 28 días de fraguado, de tal manera que solo el 5% de las muestras pueden tener resistencias inferiores a la especificada; el módulo de elasticidad, que estima la deformación y deflexión; la ductilidad, que indica la capacidad de soportar tensiones sin fracturarse; la resistencia a la tracción, que demuestra su habilidad para resistir tensiones sin romperse; la resistencia al corte, que indica su capacidad para resistir deformaciones por fuerzas cortantes; y el flujo plástico, que muestra su habilidad para rellenar moldes antes de endurecer. También existen diferentes tipos de concreto, como el de peso normal, ligero y autocompactable, cada uno con sus propiedades mecánicas particulares. (Carrillo, Alcoser, & Aperador, 2012)	Dentro de las propiedades físicas del concreto, los aspectos fundamentales a evaluar son su facilidad de manejo, es decir, la sencillez con la que se puede trabajar y dar forma al material, y el fenómeno de exudación. Durante esta evaluación, se deben considerar aspectos como la resistencia a la compresión, la capacidad para soportar tensión, la densidad y la permeabilidad.	Propiedades en estado Fresco	Slump (pulg)	De razón
				Exudación (%)	
			Propiedades en estado Endurecido	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
				Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	
Fibras de Acero	La fibra de acero se produce mediante el proceso de trefilado en frío del acero con bajo contenido de carbono, y luego se corta en tiras. Su propósito principal es fortalecer el concreto o el mortero, potenciando así la eficiencia de estos materiales en la construcción. Es ampliamente utilizada en escenarios donde se exige un rendimiento excepcional del concreto, como en la edificación de losas de cimentación para estructuras autoportantes, pisos industriales, túneles, carreteras, pavimentos y otros componentes de alto rendimiento.	La cantidad de fibra de acero añadida al concreto debe ser cuidadosamente calibrada en función de la resistencia deseada, de acuerdo con los estándares de la industria y las especificaciones del proyecto	Propiedades físicas	Composición física (%)	De intervalo
			Dosificación	1.20% (en porcentajes relativos a la cantidad de cemento)	De razón
				3.20% (en porcentajes relativos a la cantidad de cemento)	
				5.20% (en porcentajes relativos a la cantidad de cemento)	

## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **AREVALO VIDAL, Samir** docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, asesor del Informe de Investigación titulada:

**“DISEÑO DE CONCRETO F'C 140, 175 Y 210 KG/CM2, Y SU INFLUENCIA DE FIBRA DE ACERO EN EL AGREGADO - ABANCAY 2021”** del autor **Velazque Bravo William** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **25%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de agosto del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor <b>AREVALO VIDAL, Samir</b>	
DNI: 46000342	Firma 
OORCID: 0000-0002-6559-0334	