



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Fibra de vidrio y su influencia en las propiedades de compresión,  
durabilidad y trabajabilidad del concreto, 2022

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

**AUTORES:**

Peñaherrera Quezada, Gaby Luz (orcid.org/ 0000-0002-0279-9210)

Rengifo Urquia, Alvaro Julian (orcid.org/ 0000-0002-8109-8825)

**ASESORES:**

Mg.Cerna Rondón Luis Aníbal (orcid.org/0000-0001-7643-7848)

Dr. Farfán Córdova, Marlon Gastón (orcid.org/0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

### **Gaby**

A Dios, por brindarme salud, fortaleza y ser mi guía a lo largo de mi vida profesional y personal.

A mis padres, Elicia Quezada y Armando Peñaherrera, por brindarme su apoyo e inculcarme valores que me ayudaran a ser una buena profesional y enseñarme que a pesar de las dificultades uno siempre sale adelante con esfuerzo, compromiso y responsabilidad.

A mis hermanos, por ser mi inspiración para seguir estudiando, ya que son grandes profesionales.

### **Álvaro**

Le doy gracias a Dios, por darme sabiduría y entendimiento a lo largo de toda mi carrera, así mismo dedico este trabajo a:

A mis padres, Álvaro Rengifo y Clara Urquía, por estar siempre a mi lado apoyándome en todos y cada momento dando su amor, comprensión y cariño incondicional; siendo mi ejemplo a seguir de perseverancia y esfuerzo, brindándome siempre una sonrisa a pesar de las dificultades, un millón de gracias Papá y Mamá, los amo.

A mis Hermanas, Patricia y Teresa quienes siempre estuvieron apoyándome en cada paso, logro, triunfo, alegría y tristeza, demostrando que unidos somos capaces de lograr muchas cosas, un millón de gracias.

## **Agradecimiento**

A Dios, por permitir llegar a esta de nuestras vidas gozando de buena salud, para culminar este proyecto permitiendo cumplir con el sueño de recibirnos como ingenieros civiles.

A la Universidad César Vallejo que abrió las puertas de su casa de estudio para brindarnos conocimientos, valores, oportunidades y ganas de salir adelante, siendo profesionales de éxito.

Del mismo modo agradecer a los docentes, quienes brindaron sus conocimientos adquiridos para ser profesionales competentes no solo a nivel de la carrera sino también en lo personal y a los asesores ing. Luis Aníbal Cerna Rondón y al Dr. Marlon Gastón Farfán Córdova que nos ayudaron en la elaboración de la tesis.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos .....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES .....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Dosificación de concreto. ....	10
<b>Tabla 2:</b> Cantidad de muestras para ensayo a la compresión. ....	10
<b>Tabla 3:</b> Cantidad de probetas para ensayo de durabilidad. ....	11
<b>Tabla 4:</b> Cantidad de muestras para la trabajabilidad del concreto.....	11
<b>Tabla 5:</b> Características de la fibra de vidrio .....	19
<b>Tabla 6:</b> Contenido de humedad del agregado grueso .....	20
<b>Tabla 7:</b> Contenido de humedad del agregado fino .....	20
<b>Tabla 8:</b> Análisis granulométrico del agregado fino .....	21
<b>Tabla 9:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso.....	22
<b>Tabla 10:</b> Gravedad específica relativa y absorción del A.F.....	23
<b>Tabla 11:</b> Gravedad específica relativa y absorción del A.G .....	24
<b>Tabla 12:</b> Peso Unitario Suelto del Agregado Fino .....	25
<b>Tabla 13:</b> Peso Unitario Compactado del Agregado Fino .....	25
<b>Tabla 14:</b> Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	25
<b>Tabla 15:</b> Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	26
<b>Tabla 16:</b> Peso de materiales en concreto patrón.....	27
<b>Tabla 17:</b> Peso de materiales en concreto modificado con 1.75% F.V.....	27
<b>Tabla 18:</b> Peso de materiales en concreto modificado con 2.25% F.V.....	28
<b>Tabla 19:</b> Peso de materiales en concreto modificado con 2.75% F.V.....	28
<b>Tabla 20:</b> Peso de materiales en concreto modificado con 3.25% F.V.....	28
<b>Tabla 21:</b> Proporción en volumen del concreto patrón .....	28
<b>Tabla 22:</b> Proporción en volumen del concreto modificado 1.75% F.V .....	29
<b>Tabla 23:</b> Proporción en volumen del concreto modificado 2.25% F.V .....	29
<b>Tabla 24:</b> Proporción en volumen del concreto modificado 2.75% F.V .....	29
<b>Tabla 25:</b> Proporción en volumen del concreto modificado 3.25% F.V .....	29
<b>Tabla 26:</b> Trabajabilidad del concreto .....	30
<b>Tabla 27:</b> Resistencia a la compresión a los 7 días.....	30
<b>Tabla 28:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días.....	32
<b>Tabla 29:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días.....	34
<b>Tabla 30:</b> Durabilidad a los 28 días del concreto patrón .....	35
<b>Tabla 31:</b> Durabilidad a los 28 días del concreto con 1.75 F.V .....	36
<b>Tabla 32:</b> Durabilidad a los 28 días del concreto con 2.25 F.V .....	36
<b>Tabla 33:</b> Durabilidad a los 28 días del concreto con 2.75F.V .....	37

<b>Tabla 34:</b> Durabilidad a los 28 días del concreto con 3.25 F.V .....	37
<b>Tabla 35:</b> Estadísticos de resistencia a compresión a 7 días.....	38
<b>Tabla 36:</b> Prueba de normalidad de resistencia a compresión a 7 días de curado .....	39
<b>Tabla 37:</b> Resistencia a compresión a 7 días de curado con Kruskal-Wallis.....	39
<b>Tabla 38:</b> Resistencia a compresión a 7 días de curado mediante U de Mann-Whitney..	40
<b>Tabla 39:</b> Estadísticos de resistencia a compresión a 14 días.....	40
<b>Tabla 40:</b> Prueba de normalidad de resistencia a compresión a 14 días de curado .....	40
<b>Tabla 41:</b> Resistencia a compresión a 14 días mediante Anova .....	41
<b>Tabla 42:</b> Resistencia a compresión a 14 días mediante turkey.....	41
<b>Tabla 43:</b> Estadísticos de resistencia a compresión a 28días.....	42
<b>Tabla 44:</b> Prueba de normalidad de resistencia a compresión a 28 días de curado .....	42
<b>Tabla 45:</b> Resistencia a compresión a 28 días mediante Anova .....	42
<b>Tabla 46:</b> Resistencia a compresión a 28 días mediante turkey .....	43
<b>Tabla 47:</b> Comparación de resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días de curado .....	43
<b>Tabla 48:</b> Comparación de durabilidad a los 28 días de curado.....	45

## Índice de figuras

Figura 1: Especificaciones mínimas para muestra del agregado grueso .....	13
Figura 2: Curva granulométrica del agregado fino .....	22
Figura 3: Curva granulométrica del agregado grueso .....	23
Figura 4: Resistencia a compresión a los 7 días .....	31
Figura 5: Porcentaje de variación de $f'c$ a los 7 días .....	32
Figura 6: Resistencia a compresión a los 14 días .....	33
Figura 7: Porcentaje de variación de $f'c$ a los 14 días .....	33
Figura 8: Resistencia a compresión a los 28 días .....	34
Figura 9: Porcentaje de variación de $f'c$ a los 28 días .....	35
Figura 10: Comparación de asentamiento del concreto patrón y modificado .....	38
Figura 11: Curva de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado ..	44
Figura 12: Comparación de durabilidad a los 28 días de curado .....	45

## Resumen

El uso del concreto reforzado con fibra brinda una opción para tener obras mucho más durables y resistentes ante agentes deteriorantes y eventos naturales que van a soportar durante su vida útil. A raíz de ello, la investigación considero determinar como la fibra de vidrio influye en las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto, para ello se llevó a cabo ensayos sobre las características físicas de los agregados, ensayo de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad de concreto patrón y experimental con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de fibra de vidrio, se utilizó una investigación básica con diseño cuasi experimental, dentro de la población se consideró al concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . La trabajabilidad adquirió valores de 3", 1", 0" y 0", en la resistencia a compresión a los 28 días se obtuvieron valores de  $410.67\text{kg/cm}^2$ ,  $371.67\text{kg/cm}^2$ ,  $296\text{kg/cm}^2$  y  $283.33\text{kg/cm}^2$ , para durabilidad analizada a los 28 días se presentan valores de 2.71%, 1.43%, 0.89% y 0.36% para los cuatro grupos experimentales mencionados respectivamente. A partir de lo descrito, se concluye que la fibra de vidrio mostro ser un buen material de refuerzo para el concreto en tema de resistencia a compresión y durabilidad, aunque en tema de trabajabilidad disminuye.

**Palabras clave:** Fibra de vidrio, concreto, trabajabilidad, compresión, durabilidad.



## **Abstract**

The use of fiber-reinforced concrete provides an option to have much more durable and resistant works against deteriorating agents and natural events that will be endured during its useful life. As a result, the research considered determining how glass fiber influences the properties of compression, durability and workability of concrete, for this purpose, tests were carried out on the physical characteristics of the aggregates, workability, compressive strength and durability of standard and experimental concrete with 1.75%, 2.25%, 2.75% and 3.25% of glass fiber, a basic research with quasi-experimental design was used, within the population, concrete  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  was considered. The workability acquired values of 3", 1", 0" and 0", in the compressive strength at 28 days, values of  $410.67\text{kg/cm}^2$ ,  $371.67\text{kg/cm}^2$ ,  $296\text{kg/cm}^2$  and  $283.33\text{kg/cm}^2$  were obtained, for durability analyzed at 28 days, values of 2.71%, 1.43%, 0.89% and 0.36% are presented for the four experimental groups mentioned respectively. From the above, it is concluded that fiberglass proved to be a good reinforcement material for concrete in terms of compressive strength and durability, although in terms of workability it decreases.

**Keywords:** Glass fiber, concrete, workability, compression, durability.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción busca mejorar día a día por eso ha mostrado la necesidad de examinar nuevos productos o materiales que mejoren las propiedades de las estructuras que componen una construcción, brindando así un mejor comportamiento ante las diferentes cargas que soportará durante su vida útil (Qureshi, Ahmad y Salahuddin, 2017), dicha necesidad se ve desde la antigüedad ya que empezaron a usar fibras con el fin de mejorar el concreto, entre ellas se encuentran las fibras naturales, que las usaban para que brinden un mejor soporte a las construcciones, pero en los últimos tiempos se han venido utilizando fibras sintéticas como reforzamiento y también como reemplazo de algunos materiales que habitualmente son utilizados para la elaboración del concreto, dicha práctica se debe a que los materiales sintéticos se caracterizan por ser de fácil manejo, resistentes a la fatiga y a los agentes medioambientales (Gómez, ramón y Guzmán, 2017).

Nuestro país está ubicado en una zona altamente sísmica, ya que por el territorio pasa el cinturón del fuego del pacífico, es por ello que está expuesto a sufrir sismos de gran magnitud que pueden afectar a las construcciones ya que según un informe de Radio Programas del Perú (2021), en el Perú el 80% de las construcciones son informales, a consecuencia de ello se producirían un lamentable número de fallecidos debido a dicho problema, por eso es importante que el concreto presente buenas propiedades y ello se logrará con el uso de materiales que hayan pasado por un proceso de calidad que garanticen construcciones resistentes y duraderas, que soporten diferentes cargas durante su vida útil y no se vean afectadas severamente por ellas; además, el Instituto Geofísico del Perú (2019), menciona que nuestro país presenta al año aproximadamente 450 sismos de variadas intensidades, dentro de los más severos que se presentaron en los últimos años son los sismos de Pisco en el 2007 y el de Loreto en el 2019 con una magnitud de 8 aproximadamente, los cuales causaron considerables daños a las estructuras. En busca de superar los problemas antes mencionados se han examinado varios métodos, dentro de estos se encuentra el reforzamiento con fibra de vidrio, con el que se plantea mejorar la resistencia y durabilidad del concreto para conseguir edificaciones mucho más estables y que presenten una vida útil superior al concreto que habitualmente se

utiliza, por ello se consideró trabajar con porcentajes de 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de fibra de vidrio para mejorar propiedades como la compresión y durabilidad del mismo, a partir de lo descrito anteriormente, se abordó el siguiente problema de investigación: ¿Cómo la fibra de vidrio influye en las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto?

El proyecto se justifica teóricamente porque recoge diferentes fuentes teóricas y procedimientos de distintos estudios plasmados tanto en libros como normas que permiten definir propiedades como la compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto; asimismo especifican métodos para determinar características de los agregados mediante ensayos granulométricos, peso específico, contenido de humedad, peso unitario. Se justifica metodológicamente porque busca sistematizar procedimientos experimentales mediante ensayos que arrojen resultados confiables para evaluar con que adición de material sintético se lograría un concreto durable, resistente y trabajable. Asimismo, la investigación encuentra justificación social ya que brinda una alternativa de solución para mejorar las resistencias y la durabilidad de las construcciones. Además, encuentra sustento desde el ámbito práctico, ya que con la propuesta de uso del material sintético tipo E se estaría buscando aumentar la resistencia y durabilidad del concreto para que las construcciones presenten menos daños posibles durante su vida útil.

Para brindar una respuesta al problema formulado anteriormente, se plantea como objetivo general determinar como la fibra de vidrio influye en las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto; y como objetivos específicos se planteó: analizar propiedades físicas de los materiales de la cantera Trapiche, realizar el diseño de mezclas del concreto patrón y modificado con fibra de vidrio tipo E adicionando porcentajes de 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25%, determinar la resistencia a compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto modificado con fibra de vidrio tipo E adicionando porcentajes de 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% y por último comparar los resultados de los ensayos sobre la resistencia a compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto patrón y modificado con fibra de vidrio tipo E.

Ante tal situación se plantea como hipótesis: la fibra de vidrio mejora las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto.

## II. MARCO TEÓRICO

Para comprender el proceso de efectuar la tesis se presentan algunas investigaciones anteriores sobre temas relacionados a nuestro interés de las cuales se detallan su objetivo, metodología, resultados y conclusiones.

Como antecedentes internacionales tenemos a Lalinde et al (2022) en su proyecto “Durabilidad del cemento reforzado con fibra de vidrio (GRC) que contiene una alta proporción de puzolanas” en el que evaluaron un GRC con alto reemplazo de cemento Portland con puzolanas para reducir la corrosión de las fibras, el diseño que utilizaron fue de tipo experimental, los resultados obtenidos al realizar los ensayos sometidos a cloruro amónico ( $\text{NH}_4\text{CL}$ ) el concreto con 3% de fibra de vidrio (GRC) obtuvo un desgaste de casi 14% y cuando estuvo sometido a ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) presentó un desgaste de 60% mientras que el concreto con cenizas volantes reforzados con 3% fibra de vidrio obtuvieron un desgaste de 7% al estar sometido a cloruro amónico ( $\text{NH}_4\text{CL}$ ) y al estar sometidos a ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) casi no presentaron desgaste. Por lo que concluyeron que GRC sufrieron un desgaste considerable ante los agentes agresivos en comparación al concreto con cenizas volantes reforzados con 3% fibra de vidrio, teniendo este último mayor durabilidad.

Asimismo, tenemos a Tibebu et al (2022) quienes en su investigación sobre “Comportamiento a compresión y trabajabilidad del hormigón reforzado con fibra de vidrio cortado” se propusieron investigar hormigón reforzado con fibra de vidrio tipo E cortado (GRFC) en la producción de hormigón de resistencia C-25, para ello utilizaron un diseño básico experimental, los resultados de trabajabilidad mostraron que el concreto normal tiene un asentamiento de 36 mm siendo este más trabajable que el concreto con 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% de fibra de vidrio, respecto al ensayo de resistencia a compresión el resultado fue que al añadir 0.10% de fibra de vidrio su resistencia es de 72 KN lo que es un 18.04% mayor al del concreto normal. A partir de los resultados concluyeron que a mayor adición de material sintético la trabajabilidad va disminuyendo, y la resistencia aumenta en porcentajes menores.

También se tiene a Vasu et al (2019) quienes realizaron una investigación sobre “Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra de vidrio”, planteando desarrollar concretos con buena resistencia, menos capilaridad y porosidad para

que alcance mayor durabilidad considerando 0.1%, 0.2% y 0.3% de fibra de vidrio, por tanto utilizaron el diseño experimental realizando pruebas destructivas y no destructivas con el objetivo de medir su resistencia a la compresión, al impacto y calidad del concreto respectivamente, con dichas pruebas obtuvieron que los dos primeros ensayos mencionados los cuales se encuentran modificados con 0.3% de fibra se muestran superiores, mientras que las pruebas no destructivas con el mismo porcentaje mostraron buena calidad del hormigón, por ello concluyeron que la fibra de vidrio en un porcentaje de 0.3% puede ser utilizado en las construcciones regulares ya que es de fácil manejo, además porque contribuye a la mejora de la resistencia del concreto.

Asimismo, tenemos a Bhawat, Athasit, Qudeer y Panuwat (2018) quienes en su investigación sobre “Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras”, plantearon estudiar propiedades mecánicas del concreto que estuvieron fortalecidas con fibras natural y sintética, para lo cual realizaron un diseño experimental en el que llevaron a cabo ensayos de resistencia a compresión y tracción por flexión a los 21 días de edad, además realizaron el ensayo de trabajabilidad, dichos ensayos los aplicaron a cuatro mezclas diferentes como los son el concreto simple, reforzado con fibra sisal, fibra de vidrio y una mezcla de ambas fibras, dentro de los resultados obtuvieron que los primeros ensayos analizados muestran aumento, ello se debe a que las fibras actúan como un puente controlando la propagación de grietas, mientras que la trabajabilidad es baja en comparación con el concreto simple, con ello concluyeron que el uso de fibras antes mencionadas muestran mejora en el concreto, mientras que la trabajabilidad es menor en comparación al simple, por último mencionan que la fibra de vidrio es más eficaz para mejorar las propiedades con respecto a la fibra sisal.

También se tiene a Qureshi, Ahmad y Salahuddin (2017), quienes desarrollaron su investigación sobre “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del hormigón reforzado con fibra de vidrio (GFRC)”, en el que se plantearon evaluar el efecto de la utilización de polímeros con fibras de carbono (CFRP) como material de refuerzo en el comportamiento sísmico del hormigón de cemento simple (PCC) y del hormigón reforzado con fibra de vidrio (GFRC), para lo cual efectuaron un diseño experimental, ya que realizaron pruebas de compresión y evaluación de

la vulnerabilidad sísmica a las muestras, pudiendo demostrar que la resistencia a la compresión de GFRC es 6% mayor que la del PCC, por otro lado el nivel del riesgo al colapso mejoró en un 20.73% para el GFRC, así mismo observaron una mejora del 21% al 28% del nivel de riesgo de colapso en las estructuras del PCC confinadas en comparación con las estructuras de PCC no confinadas, llegando a la conclusión que el hormigón reforzado con fibra de vidrio tiene una buena resistencia a compresión y mejora su resistencia al colapso.

En el ámbito nacional tenemos a Maxi y Mamani (2021), que en su tesis "Implementación de fibra de vidrio, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Cusco 2021", propusieron determinar cuánto incide incorporar F.V. a cualidades fisicomecánicas del concreto, considerando para ello una metodología experimental, ya que analizaron probetas cilíndricas y prismáticas, además utilizaron muestras para determinar cuán trabajable es la mezcla al integrar 0.5%, 1% y 1.5% de fibra de vidrio, con los medios efectuados obtuvieron que al añadir 1.5% la resistencia que obtuvo fue 260.42 kg/cm<sup>2</sup>, el cual aumentó en un 9.8% en comparación del concreto patrón, los resultados de la flexión fueron que al añadir 1.5% de fibra de vidrio este aumenta en 6% es decir un 36.50 kg/cm<sup>2</sup> en comparación del concreto patrón y por último los resultados con respecto a la trabajabilidad disminuyen en 12%, 22% y 32% en comparación al concreto patrón. Llegaron a la conclusión que dicho material utilizado aumenta la resistencia a la compresión y flexión, pero disminuye la trabajabilidad.

Asimismo, Abrigo (2018), en su investigación sobre la "Resistencia del concreto  $F'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibra de vidrio en proporciones de 2%, 4% y 6%", se propuso determinar la resistencia del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> al cual considero incorporar fibra de vidrio en proporciones 2%, 4% y 6%, para tal fin realizó probetas modificadas con fibra a las que analizo a los 7, 14 y 28 días de curado, a partir de ello obtuvo como resultado que el porcentaje que más beneficio se obtiene es con el 2%, logrando mejorar su resistencia en 251.41 kg/cm<sup>2</sup> a comparación del concreto patrón que solo obtuvo 230.13 kg/cm<sup>2</sup>, con dichos resultados concluye que añadiendo fibra de vidrio al hormigón se puede mejorar si resistencia a la compresión.

Por su parte, García (2017), en su investigación sobre el “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno”, se propuso evaluar costo resistencia al añadir 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra de vidrio al concreto normal  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para lo cual realizó un diseño experimental, teniendo en cuenta el método ACI 211 y la norma ASTM C39, con dichos porcentajes obtuvo buenos resultados ya que menciona que la resistencia a la compresión aumenta un 6.65%, 2.26% y 1.26% respectivamente a los 28 días de edad en comparación al grupo control, y con respecto al costo de producción indica que disminuye un 2.94%, a partir de lo descrito el autor concluyó que efectivamente se observa un incremento en la propiedad analizada al contrario del costo de producción que disminuye.

Por otra parte, Huamán (2015), en su tesis “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio”, en el que se propuso determinar de qué manera influye el 0.50% dicho material en la resistencia mecánica del concreto, para llevar a cabo lo descrito utilizó el diseño básico experimental, el cual arrojó que la trabajabilidad del concreto patrón es de 3.93” siendo más trabajable que al añadir porcentajes de fibra de vidrio, por otro lado, la resistencia a compresión del concreto patrón a los 28 días logro un valor de 223.90 kg/cm<sup>2</sup> y con 0.50% de adición del material alcanzó 235.20 kg/cm<sup>2</sup>, con dichos resultados llego a la conclusión que la trabajabilidad del concreto disminuye si se le añade porcentajes de fibra de vidrio demasiado elevados, asimismo, que al añadir fibra de vidrio no tiene demasiada influencia en la resistencia a la compresión en comparación al concreto patrón.

Para abordar detenidamente el contenido de las variables y sus dimensiones se procedió a explicar las características y funcionalidades a nivel teórico y normativo.

La fibra de vidrio es considerada como material artificial que se encuentra constituida por una serie de filamentos que resultan al estirar monofilamentos de vidrio provenientes de la fundición de éste (Ossa, Cano, Arango y Montoya, 2007), está compuesto por sílice, cal, alúmina y magnesita, a las que se le añade un porcentaje estricto de óxidos, y dentro de sus propiedades se encuentra la resistencia a la tracción, es buen aislante térmico, soporta altas temperaturas, entre otras (Olivares, Galán y Fernández, 2003).

Se clasifican en diferentes tipos como:

Tipo E: Este tipo de fibras es el más usado para fines eléctricos y textiles, por su bajo costo y tener poca absorción de agua, también por tener una buena resistencia mecánica por eso es usada como material de refuerzo (Alvarado, Álvarez, Pinzón y Becerra, 2021); dicho tipo de fibra está compuesto por 53% de Sílice, 15.5% de Alúmina, entre 20 - 24% de cal y magnesio, 9.5% de óxido de Boro, 0.7% de flúor y otros elementos que sumados son 1%, además su peso específico es 2.6 g/cm<sup>3</sup> (Olivares, Galán y Fernández, 2003).

Tipo R: Este tipo de fibra se caracteriza por tener una alta resistencia mecánica, como la tracción y módulo de elasticidad superior al resto de fibras, dicho tipo de fibra está compuesta por 60% de Sílice, 25% alúmina, 6% de cal y 9% de magnesio (Olivares, Galán y Fernández, 2003), además es una de las fibras que apareció debido a la alta demanda en la construcción, las cuales responde a las exigencias del campo de materiales resistentes a temperatura, fatiga y humedad (Alvarado et al, 2021).

Tipo AR: Este tipo de fibras es el más usado en la construcción de morteros de cemento GRC por ser resistente a los álcalis del cemento (Olivares, Galán y Fernández, 2003), y se compone por 57% de Óxido de sílice, 0.5% de Óxido de Hierro, 1% de Óxido de Aluminio, 4.5% - 13% de Óxido de calcio, 2.5% de Óxido de Potasio, 5.5% de óxido de Titanio y 16.5% de Dióxido de Zirconio (Cuartero et al, 2005).

El concreto u hormigón proviene de la palabra “concretus”, que significa crecer juntos, el cual está formado por materiales granulares, un aglutinante que es el cemento y agua que al ser mezclados forman una pasta, a este también se pueden añadir algunos materiales sintéticos o aditivos para que mejoren sus propiedades, este presenta dos estados los cuales son fresco que es la mezcla recién trabajada de cemento, agregados y agua, la cual debe ser trabajable, de fácil transporte y compactibilidad, para realizar un fácil vertido en el encofrado o en la actividad que se está desarrollando, sus propiedades dependen del tiempo de elaboración y dosificación; mientras que el endurecido es aquel que desarrolló la hidratación por completo, por lo que pasará de un estado fluido-plástico a sólido, este al llegar a dicho estado se encuentra apto para soportar cargas externas como material estructural (Li y Liang, 2011).



Las propiedades del concreto son cualidades, que posee en sus diferentes estados ya sea fresco y endurecido (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2004), dentro de ellas se encuentran la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la durabilidad de concreto (Li y Liang, 2011), las cuales se definirán de la siguiente manera:

La trabajabilidad, la cual se mide como cantidad de esfuerzo necesario para realizar diferentes actividades en obra sin perder la homogeneidad, plasticidad, consistencia, cohesión y adhesión de la mezcla. Dichas propiedades se pueden ver perjudicadas por algunos factores como el contenido de agua, cemento, temperatura, tiempo y características de los agregados (Li y Liang, 2011); también es perjudicial cuando la colocación no es la correcta, ya que a consecuencia de ello se evita que alcance cualidades requeridas (Khalid, Qazi, Abdirizak y Rashid, 2019); para un correcto ensayo se va considerar procedimientos establecidos en la norma ASTM C138.

La resistencia a la compresión es la capacidad máxima que puede tolerar una estructura sometida a fuerzas extremas que pueden causar aplastamiento. Para medir esta propiedad se realizan pruebas mecánicas ya sean destructivas o no, dentro de la primera se hacen muestras en forma de cubo, cilíndricas o prismáticas, y para la segunda existen diversos métodos como la prueba de ultrasonido (Li y Liang, 2011). Dicha propiedad es fundamental porque con ello se diseñan estructuras por eso mientras más alto sea mucho mejor ya que brinda una mayor seguridad (Khalid et al, 2019). Dicho ensayo se realiza teniendo en cuenta la norma ASTM C39.

La durabilidad del concreto es la capacidad que tiene para resistir cambios de temperatura, a la intemperie, ataque químico, y a la abrasión u otro proceso de deterioro y mantenerse con la misma calidad, forma y capacidad de servicio, cuando se expone a un entorno previsto, esta última se refiere a la capacidad que tiene la estructura para desempeñar sus funciones para la que ha sido diseñada y construida (Li y Liang, 2011). Dicha cualidad tiene importancia porque depende la estructura de ella, para que brinde una buena función durante los eventos naturales que presentan (Khalid et al, 2019). Para realizar dicho ensayo se toma en cuenta procedimientos que muestra la norma ASTM C88.

### III.METODOLOGÍA

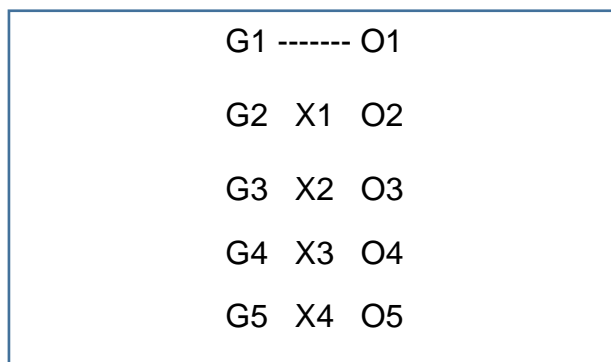
#### 3.1.Tipo y diseño de investigación

- **Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo básica, ya que permitió encontrar nuevos datos sobre la aplicación de fibra de vidrio tipo E, en su nivel explicativo porque se ha medido cuánto incide la fibra en las cualidades analizadas en la investigación (Arias, 2020).

- **Diseño de investigación**

El diseño de investigación que se consideró es cuasi experimental en su versión de diseño con cuatro grupos, postprueba únicamente y grupo control, porque se evaluó cuatro (4) porcentajes diferentes (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), así como muestra el esquema:



Donde:

G1: Grupo de probetas control.

G2: Grupo de probetas experimentales con 1.75% de fibra.

G3: Grupo de probetas experimentales con 2.25% de fibra.

G4: Grupo de probetas experimentales con 2.75% de fibra.

G5: Grupo de probetas experimentales con 3.25% de fibra.

O<sub>i</sub>(i=1,5): Medición de las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto.

X<sub>i</sub>(i=1,4): Adición de 1.75, 2.25, 2.75 y 3.25% de fibra.

#### 3.2.Variables y operacionalización

Las variables de estudio son fibra de vidrio y propiedades del concreto, clasificadas como variable independiente y dependiente respectivamente,

además las dimensiones que se consideró fueron él concreto fresco y endurecido y con respecto a la fibra no presenta dimensiones.

La matriz de operacionalización se encuentra en anexo 1.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### ✓ Población

Para la investigación se consideró como población al concreto  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> ya que con la mezcla obtenida se realizó probetas que pasaron por ensayos requeridos, los cuales permitieron encontrar resultados sobre la resistencia, trabajabilidad y durabilidad (Condori, 2020).

#### ✓ Muestra

Para la investigación se realizaron 55 muestras que pasaron por distintos ensayos como resistencia a la compresión, y durabilidad (Condori, 2020).

**Tabla 1:** *Dosificación de concreto.*

Diseño	Dosificación
Patrón	Concreto
M1	Concreto con 1.75% de fibra de vidrio tipo E
M2	Concreto con 2.25% de fibra de vidrio tipo E
M3	Concreto con 2.75% de fibra de vidrio tipo E
M4	Concreto con 3.25% de fibra de vidrio tipo E

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 2:** *Cantidad de muestras para ensayo a la compresión.*

Rotura	Probetas Cilíndricas			Número de probetas a elaborar
	7 días	14 días	28 días	
Patrón	3	3	3	9
M1	3	3	3	9
M2	3	3	3	9

M3	3	3	3	9
M4	3	3	3	9
Total	15	15	15	45

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 3:** Cantidad de probetas para ensayo de durabilidad.

Probetas cilíndricas		Número de probetas a elaborar
Rotura	28 días	
Patrón	1	1
M1	1	1
M2	1	1
M3	1	1
M4	1	1
Total	5	5

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 4:** Cantidad de muestras para la trabajabilidad del concreto.

Ensayo con concreto fresco	
Ensayo	trabajabilidad
Patrón	1
M1	1
M2	1
M3	1
M4	1
Total	5

Fuente: Elaboración Propia.

✓ **Muestreo**

El muestreo no probabilístico utiliza el criterio del investigador, es por ello que se consideró el de conveniencia ya que cumplen los requisitos que se necesita para la investigación (Hernández y Carpio, 2019).

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

✓ **Técnicas**

Se empleó la técnica de observación de laboratorio indirecta ya que se usó equipos mecánicos para el ensayo a compresión.

De la misma manera se empleó la técnica de observación de laboratorio directa ya que se efectuó ensayos que proporcionaron características de los agregados, trabajabilidad y durabilidad del concreto.

✓ **Instrumentos**

Los instrumentos considerados en el desarrollo de tesis fueron fichas de observación de laboratorio (Anexo 2), horno para secado de los materiales, balanza y compresora hidráulica.

### **3.5. Procedimientos**

✓ **Análisis de las propiedades físicas de los materiales**

Para la obtención de características de los materiales que se analizaron en el proyecto, se ejecutaron ensayos las cuales son descritos de la siguiente manera:

**Análisis Granulométrico del Agregado (ASTM 136, NTP 400.012)**

Se realizó este ensayo con el fin de cuantificar y clasificar los materiales que serán utilizados como agregados, las cuales deben pasar por diferentes tamaños de tamices que van de mayor a menor. Con dichos procesos se estaría cumpliendo con las disposiciones sugeridas para la producción de mezclas que contengan agregados, asimismo, la norma advierte que para el agregado fino el tamaño de muestra debe ser no menor a 300 g, mientras que para el material grueso deben considerar características que se estipulan en la figura 1.

Tamaño nominal máximo, aberturas cuadradas, mm (pulg.)	Tamaño de la muestra de prueba, min, kg [lb]
9,5 ( $\frac{3}{8}$ )	1 [2]
12,5 ( $\frac{1}{2}$ )	2 [4]
19,0 ( $\frac{3}{4}$ )	5 [11]
25,0 (1)	10 [22]
37,5 ( $1\frac{1}{2}$ )	15 [33]
50 (2)	20 [44]
63 ( $2\frac{1}{2}$ )	35 [77]
75 (3)	60 [130]
90 ( $3\frac{1}{2}$ )	100 [220]
100 (4)	150 [330]
125 (5)	300 [660]

*Figura 1:* Especificaciones mínimas para muestra del agregado grueso

Fuente: Norma ASTM C136, 2019.

Para realizar el ensayo se contó con una Balanza de calibración al 0.1%, Tamices de 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8 que deben contar con tela que estén sobre un marco de 203,2 mm, Horno con la suficiente capacidad de sostener una temperatura 110°C de manera estable y los depósitos de aluminio para la separación de los agregados de acuerdo de los tamices.

### **Contenido de Humedad (ASTM 566, NTP 339.185)**

El ensayo se realizó con el fin de determinar la cantidad de humedad que posee el material, para ello primeramente se pesa la muestra, luego se lleva al horno para su respectivo secado y después fue pesado una vez más para verificar la variación de la humedad, este ensayo fue llevado a cabo básicamente para verificar si el material utilizado posee ciertas características como el cambio de volumen, cohesión, entre otras características. Los resultados se obtienen restando la muestra inicial con la seca, luego se divide nuevamente con la muestra seca para que el dato resultante se multiplique por cien.

Para llevar a cabo dicho ensayo se utilizó un horno con temperatura de 110°C, una balanza de precisión 0.1 g, depósitos de aluminio, y guantes.

### **Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C127, NTP 400.021)**

El ensayo se obtiene después de tener al agregado bajo agua durante 24 horas, para ello las muestras estuvieron lavadas a fin de eliminar impurezas presentes en el agregado, después se pesó y se procedió a sumergirlo en agua, una vez hecho dicho procedimiento se llevó al horno para su secado; ello se realizó para conocer el volumen que ocupa el agregado en la mezcla y conocer si la masa del agregado varía luego de estar sumergido en agua.

Para realizar dicha prueba es necesario contar con una báscula de precisión 0.5 g, un horno de 110°C, canastillas metálicas y un depósito para sostener la muestra bajo agua. Para adquirir los resultados se utilizó las siguientes fórmulas:  $OD=A/(B-C)$ ; donde "OD" es densidad relativa, "A" peso de la muestra seca, "B" peso de la muestra seca saturada superficialmente y "C" peso de muestra saturada en agua;  $SSD=(B-C)/B$ , Donde "SSD" es densidad relativa, Gravedad Específica Aparente =  $(A-C)/A$  y por último Absorción,  $\%=((B-A)/A)*100$ .

### **Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128, NTP 400.022)**

El ensayo se obtiene después de tener al agregado bajo agua durante 24 horas, para ello las muestras estuvieron lavadas a fin de eliminar impurezas presentes en el agregado, después se pesó y se procedió a sumergirlo en agua, una vez hecho dicho procedimiento se llevó al horno para su secado; ello se realizó para conocer el volumen que ocupa el agregado en la mezcla y conocer si la masa del agregado varía luego de estar sumergido en agua.

Para realizar esta prueba se necesitó una báscula con precisión de 0.1 g, horno con temperatura de 110°C, un recipiente volumétrico y una varilla metálica. Los resultados fueron conseguidos a través de fórmulas que también son utilizadas para el agregado grueso.

### **Peso Unitario del Agregado (ASTM C29, NTP 400.017)**

Se llevó a cabo este ensayo con una porción considerable de agregados, siguiendo procedimientos establecidos en la norma, el cual indica pesar el agregado fino para conseguir el peso suelto, mientras que si se desea conocer el peso compactado del mismo agregado se procede a llenar el recipiente en 3 etapas, cada una fue compactada con una varilla de acero liso para evitar que dentro del recipiente quede algún vacío, una vez llenado el recipiente se procedió a pesar la muestra y de esa manera se pudo conocer el peso compactado. Para el agregado grueso se tomó en cuenta el procedimiento antes mencionado.

Para realizar esta prueba se utilizó de una báscula de calibración al 0.1%, varilla de acero liso con un diámetro de  $\frac{5}{8}$ " y 60 cm de longitud el cual sirvió para compactar las muestras, recipientes, pala de mano y equipos de calibración.

Se tiene en cuenta las siguientes fórmulas para obtener los resultados:  $M=(G-T)/V$ ; donde "M" es peso unitario, "G" es masa del agregado más la medida, "T" masa de la medida y "V" es el volumen de la medida;  $V=(W-M)/D$  donde "V" es volumen de la medida, "W" es la masa del agua más la medida, "M" es la masa de la medida y "D" densidad que posee el agua.

#### ✓ **Diseño de mezcla**

Se realizó mediante el método del comité 211 del ACI ya que ello nos permite cuantificar de manera más simple a aquellos materiales que cumplan con los requerimientos técnicos mínimos, además permitió conocer la relación adecuada entre los materiales de tal manera se pueda lograr un concreto trabajable, resistente y durable.

#### ✓ **Determinar las propiedades del concreto**

##### **Pruebas de trabajabilidad del concreto, mediante el cono de Abrams**

Se efectuó para precisar si la mezcla que se está utilizando es trabajable, de tal manera que se pueda regular el esfuerzo necesario que se necesitará para realizar un trabajo específico. Para realizar el ensayo se



requirió de los siguientes aparatos: Molde metálico que no se vea afectado fácilmente por el cemento, el espesor de la lámina del molde debe ser superior a 1.5 mm, así como también la forma del molde deber ser cono truncado con una base de 20 cm de diámetro y 10 cm en la parte superior, varilla apisonadora de acero liso de diámetro de 5/8" y 600 mm de longitud, un dispositivo de medición de por lo menos 300 mm de longitud, así como también este ensayo vio necesidad de utilizar un cucharón metálico.

El procedimiento que se siguió esta descrito en la norma ASTM C143, se colocó el molde sobre una superficie limpia y plana para verter el concreto con una cuchara metálica en 3 capas, una a 1/3 del volumen del cono, las cuales es varillado 25 veces de manera uniforme, lo mismo se realizó con las 2 capas restantes hasta llenar por completo el molde, se emparejo la parte superior con la varilla de acero. Para realizar la medición del asentamiento o trabajabilidad de la mezcla se retiró el cono con cuidado de manera vertical en un periodo de tiempo no mayor a 5 segundos, luego se mide cuanto asentó la mezcla con la ayuda de un flexómetro desde la parte superior del molde hasta el centro de la mezcla de concreto; todo este ensayo se dio en un periodo de tiempo de 2 minutos.

### **Pruebas de Resistencia a la Compresión (ASTM C39, NTP 339.034)**

Para realizar este ensayo se tuvo hacer una mezcla de agregado, agua, cemento y fibra de vidrio, el cual se colocó todos esos materiales en una máquina mezcladora, las cantidades de materiales que se colocó en la máquina fue estipulada por el diseño de mezcla, la máquina estuvo mezclando los materiales por un periodo de tiempo no menos de 10 minutos, una vez pasada ese tiempo se procedió a verter la mezcla en moldes cilíndricos, cuyas medidas son 100 mm de diámetro x 200 mm de altura estas medidas se encuentran estipuladas en la norma ASTM C31. Se consideró dichas medidas porque el tamaño máximo nominal del agregado no fue superior a 2" por lo que la norma recomienda utilizar las muestras de ese tamaño. El llenado de los moldes fue en 3 capas, cada

una fue correctamente compactada y golpeada 25 veces con un martillo de goma a los bordes del molde.

Una vez culminado el llenado de los moldes, fueron acomodados de manera ordenada para dejar fraguar el concreto por un periodo de tiempo de 20 horas, pasado ese tiempo se procedió a desencofrar los moldes para que las muestras pasarán a un recipiente donde estas sean curadas hasta cumplir con edades de 7, 14 y 28 días, una vez cumplida esas edades se procedió a llevar las muestras a la compresora hidráulica donde se determinó la carga utilizada para romper las probetas con la cual se calcula el ensayo a sus respectivas edades.

Para realizar dicho ensayo se requiere de una máquina llamada compresora hidráulica la cual debe tener un margen de error no mayor a  $\pm 0.1\%$  de la carga indicada, muestras cilíndricas de concreto y ficha de apuntes.

Para obtener los resultados se requieren de las siguientes fórmulas:  $f_{cm} = 4000 P_{max} / (\pi(D^2))$  donde:  $f_{cm}$  es la resistencia a la compresión (MPa);  $P_{max}$  es la carga máxima (Kn); D diámetro medido (mm).

### **Prueba de Durabilidad mediante la saturación del concreto a sulfato de magnesio (ASTM C88, NTP 400.016)**

Se realizó este ensayo con la finalidad de conocer el porcentaje que pierde el concreto al ser sometido a en reiteradas ocasiones a sulfato de magnesio, para la realización de esta prueba se necesitó los tamices que cumplan con las especificaciones E11 o E323, recipientes metálicos con la capacidad de sumergir la muestra hasta sobrepasar  $\frac{1}{2}$ " del volumen de la muestra, báscula con una precisión de 0.1 g y Sulfato de Magnesio.

Para obtener los resultados requeridos se siguió con el procedimiento establecido en la norma, la misma que nos indica que las muestras deben estar sometidas a la solución de sulfato de magnesio de en un periodo de tiempo entre 16 horas como mínimo y 18 horas como máximo, dicha muestra estuvo cubierta por la solución de sulfato de magnesio  $\frac{1}{2}$ " por encima de esta, una vez pasado el periodo de sumergido se procede a secar los materiales de manera natural por unos 15 minutos, una vez

pasado el tiempo de secado de manera natural la muestra fue pasada al horno para ser secado, dicho horno estuvo en una temperatura constante de 105°C en intervalos de tiempo de 2 - 4 horas, la muestra fue llevada a la balanza para tomar registro del peso, todo el procedimiento se llevó a cabo hasta conseguir que la muestra tenga un peso constante.

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

Los datos fueron obtenidos gracias a ensayos de laboratorio, los cuales fueron analizados mediante el software Microsoft Excel, ya que permite realizar tabulaciones y gráficos de los resultados del análisis físico de materiales, además se empleó el SPSS con el que se evaluó los datos del concreto patrón y modificado a través de la técnica estadística con el que se va comprobar la hipótesis planteada en la investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

En la tesis se garantiza la calidad ética de la investigación ya que respetamos la autoría de las fuentes de información, los cuales fueron citados mediante el manual ISO que facilita la casa de estudio y los resultados que se obtuvieron se realizaron de acuerdo al procedimiento que indican las normas técnicas internacionales y nacionales para que sean confiables, además se consideró datos reales los cuales se determinaron mediante ensayos de laboratorios para que no sean de dudosa procedencia.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis físico de los materiales

Para realizar los diversos ensayos se utilizó agregado que fue adquirido en la Distribuidora de agregados Ángeles, los mismos que son traídos desde la Cantera Trapiche del distrito San Juan de Lurigancho, del mismo modo se adquirió el cemento y la fibra de vidrio tipo E, los cuales pudimos obtener los siguientes resultados:

#### 4.1.1. Características del cemento sol

El cemento Sol fue adquirido en la Distribuidora de agregados Ángeles, las cuales dicho cemento se caracteriza por tener un contenido de aire de 6.62%, una densidad de 3.12 g/ml, pérdida al fuego es de 2.2%, su tiempo de fraguado como mínimo es de 127 minutos y 305 minutos como máximo, su resistencia a compresión es de 296 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días de edad.

#### 4.1.2. Características de la fibra de vidrio tipo E

El material sintético utilizado fue adquirido en la tienda Matizados y Soluciones A&M Sac en la ciudad de Trujillo, dentro de sus características que muestra la ficha técnica se presentan las siguientes:

**Tabla 5:** Características de la fibra de vidrio

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>	
Mecánicas	Peso Específico g/cm <sup>3</sup>	2.6
	Fuerza a la tracción (Mpa)	3400
	Resistencia a rotura (%)	4.5
Químicas	Resistencia a disolventes	Alta
	Resistencia a la intemperie	Alta

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.3. Contenido de humedad de los agregados

Para determinarlo se ejecutó el proceso estipulado en la norma ASTM C566, el cual indica que para conseguir los datos mostrados en la tabla 7, se resta la muestra húmeda y seca, luego se divide entre la muestra seca y a dicho resultado se le multiplica por cien.

**Tabla 6:** *Contenido de humedad del agregado grueso*

Ítem	Descripción	Und	Datos
1	Masa del Recipiente	g	1122
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	9239
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	9222
4	Contenido de humedad	%	0.21
Porcentaje de humedad promedio			0.21 %

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 7:** *Contenido de humedad del agregado fino*

Ítem	Descripción	Und.	Datos
1	Masa del Recipiente	g	110.80
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	669.90
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	667.10
4	Contenido de humedad	%	0.50
Contenido de humedad promedio			0.50%

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que el contenido de humedad del agregado grueso y fino es de 0.21% y 0.50% respectivamente, los cuales indican que el fino es mucho más húmedo.

#### 4.1.4. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

Para obtener datos correspondientes del análisis granulométrico, se siguió los procedimientos establecidos por la norma ASTM C136, el cual indica que para adquirir los datos del porcentaje que pasa, como se aprecia en la tabla 8 y 9, se resta 100 al porcentaje retenido acumulado, pero para ello se utilizó 550 y 5721 g de agregado fino y grueso respectivamente obtenido de la cantera trapiche del distrito San Juan de Lurigancho.

**Tabla 8:** Análisis granulométrico del agregado fino

Abertura de Tamices		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	%Acumulado Retenido	% que pasa
Tamaño	mm				
3/8"	9.50				100.00
N°4	4.75	7.00	1.27	1.27	98.73
N°8	2.36	52.60	9.56	10.83	89.17
N°16	1.18	95.80	17.42	28.25	71.75
N°30	600	131.50	23.91	52.16	47.84
N°50	300	113.90	20.71	72.87	27.13
N°100	150	73.20	13.31	86.18	13.82
N°200	75	30.10	5.47	91.65	8.35
<N°200	<N°200	45.90	8.35		
Peso total		550.00	100.00	MF	2.52

Fuente: Elaboración Propia.

Para conocer el módulo de fineza se tuvo que sumar los porcentajes acumulados retenidos y dividirlos entre cien, obteniendo así un 2.52.

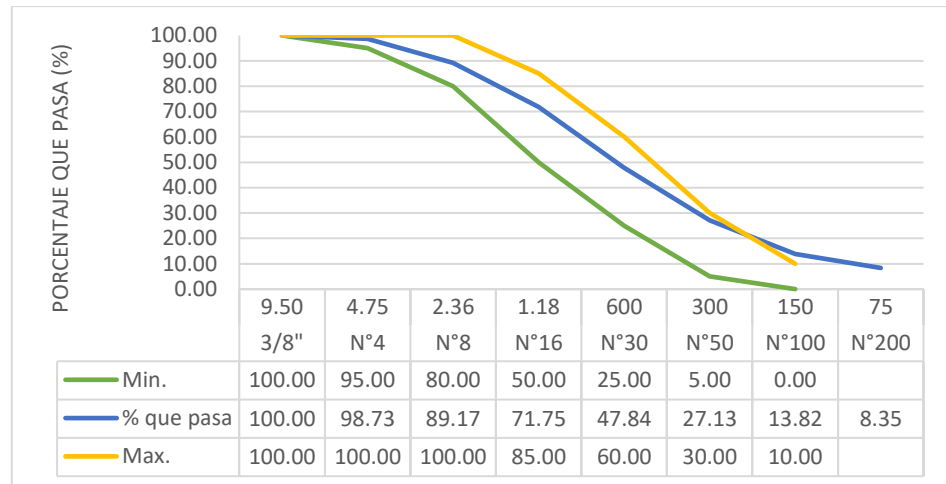


Figura 2: Curva granulométrica del agregado fino

La figura indica que la cantidad de agregado que pasa por las diferentes aberturas del tamiz cumple los rangos que indica la norma ASTM C33, aunque en la parte ultima tiene una ligera discontinuidad lo cual indica que se debe volver a tamizar para eliminar un poco más los finos para que cumpla con los límites.

Tabla 9: Análisis granulométrico del agregado grueso

Abertura de Tamices		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	%Acumulado Retenido	% que pasa
Tamaño	mm				
3/4"	19.00				100.00
1/2"	12.50	1336.30	23.36	23.36	76.64
3/8"	9.50	1953.70	34.15	57.51	42.49
N°4	4.75	2326.20	40.66	98.17	1.83
N°8	2.36	85.20	1.49	99.66	0.34
N°16	1.18	2.50	0.04	99.70	0.30
N°30	600µm	1.40	0.02	99.72	0.28
N°50	300µm	1.00	0.02	99.74	0.26
N°100	150µm	-	-	-	-
N°200	75µm	-	-	-	-
<N°200	<N°200	14.7	0.26	100.00	0.00
Peso total		5721.00	100.00	MF	6.54

Fuente: Elaboración Propia.

Para conocer el módulo de fineza se tuvo que sumar los porcentajes acumulados retenidos y dividirlos entre cien, obteniendo así un 6.54 y un tamaño máximo nominal de 1/2”.

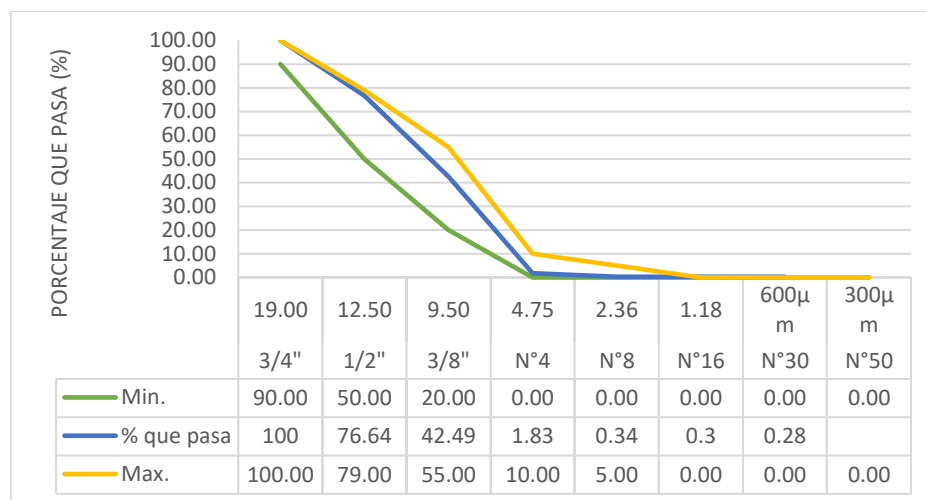


Figura 3: Curva granulométrica del agregado grueso

La curva mostrada indica que el agregado grueso pasa por todos los tamices requeridos para el ensayo, respetando las especificaciones y rangos fijados en la norma ASTM C33.

#### 4.1.5. Gravedad específica y absorción del agregado fino y grueso

El ensayo se llevó a cabo tomando en cuenta procedimientos y formulas especificadas en la norma ASTM C128 y ASTM C127 respectivamente.

Tabla 10: Gravedad específica relativa y absorción del A.F

Ítem	Identificación	Dato 1	Dato 2	Promedios
A	Masa de material saturados superficialmente secos (SSS)	500.00	500.02	
B	Masa Frasco + Agua	646.04	646.06	
C	Masa Frasco + Agua + muestra SSS	959.30	959.55	
D	Masa del Material Seco	488.25	489.23	
Gravedad específica OD=(B+A-C) /D		2.615	2.623	2.619
Gravedad específica SSS=(B+A-C) /A		2.678	2.681	2.679



Densidad relativa (Gravedad específica aparente) $= (B+D-C) / D$	2.790	2.784	2.787
Porcentaje (%) de Absorción = $100 * ((A-D) / D)$	2.41	2.21	2.31

Fuente: Elaboración Propia.

Se aprecia en la tabla 10 datos preliminares con los que se adquieren la gravedad específica de 2.619, la densidad relativa de 2.787, gravedad del material superficialmente seco de 2.679 y el porcentaje de absorción de 2.31%.

**Tabla 11: Gravedad específica relativa y absorción del A.G**

Ítem	Identificación	Dato 1	Dato 2	Promedio
1	Masa de material saturados superficialmente secos (SSS)	2011	1948	
2	Masa de la muestra SSS sumergida	1265	1225	
3	Masa de la muestra secada al horno	1995	1932	
Gravedad específica de la masa		2.675	2.672	2.674
Gravedad específica SSS		2.960	2.694	2.827
Densidad relativa (Gravedad específica aparente)		2.733	2.733	2.733
Porcentaje (%) de Absorción		0.80	0.83	0.815

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que la gravedad específica de la muestra es de 2.674, la gravedad específica SSS es de 2.827, la densidad relativa es de 2.733 y el porcentaje de absorción es del 0.815 %.

#### **4.1.6. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso**

Para determinar el ensayo se recurrió a los lineamientos y fórmulas presentados por la norma ASTM C29, los datos mostrados se obtuvieron al dividir el peso de muestra suelta o compactada entre el volumen del molde.

**Tabla 12: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino**

Identificación	Dato 1	Dato 2	Promedio
Peso de molde (kg)	1.625	1.625	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.690	6.667	
Peso de muestra suelta (kg)	4.552	4.548	
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1621	1619	1620

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 13: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino**

Identificación	Dato 1	Dato 2	Promedio
Peso de molde (kg)	1.625	1.625	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.690	6.667	
Peso de muestra suelta (kg)	5.065	5.042	
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	1803	1795	1799

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que los pesos analizados van desde 1620 kg/m<sup>3</sup> a 1799 kg/m<sup>3</sup> del agregado grueso en estado suelto y compactado respectivamente.

**Tabla 14: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso**

Identificación	Dato 1	Dato 2	Promedio
Peso de molde (kg)	6.374	6.374	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	19.219	19.359	
Peso de muestra suelta (kg)	12.845	12.985	
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1385	1400	1393

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 15:** *Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso*

<b>Identificación</b>	<b>Dato 1</b>	<b>Dato 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso de molde (kg)	6.374	6.374	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	20.192	20.319	
Peso de muestra suelta (kg)	13.818	13.945	
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	1490	1504	1497

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que los pesos analizados van desde 1393 kg/m<sup>3</sup> a 1497 kg/m<sup>3</sup> del agregado grueso en estado suelto y compactado respectivamente.

#### **4.2. Diseño de mezcla del concreto patrón y modificado**

- **Características del concreto diseñado**

Resistencia a la compresión	280 Kg/cm <sup>2</sup>
Slump	6 1/2"
Aditivo	No aplica

- **Características de los materiales utilizados**

Cemento	:	Sol – tipo 1	
Peso específico del cemento	:	3120 kg/m <sup>3</sup>	
Peso específico del agua	:	1000 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso específico de fibra de vidrio	:	2600 kg/m <sup>3</sup>	
Características del agregado		Fino	Grueso
Porcentaje de humedad (%)	:	0.5	0.22
Módulo de fineza		2.52	6.54
Tamaño máximo nominal (tmn)	:	-	1/2"
Porcentaje de absorción (%)	:	2.3	0.8
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	:	2619	2671
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup> )	:	1620	1393
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	:	1799	1497

- **Resistencia a la compresión requerida (F'cr)**

Para determinar la resistencia a la compresión requerida se utilizó el método de desviación patrón, este consiste en sumar 84 a la resistencia de concreto con el que se trabajó, ya que no se tuvo una base de datos de probetas patrón, con dicho procedimiento se obtuvo un resultado de 364 kg/cm<sup>2</sup> porque se trabajó con  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>.

- **Relación agua cemento**

La relación agua cemento es fundamental para lograr una resistencia de concreto deseada por ello el comité 211 del ACI muestra el procedimiento para calcularla, el cual consiste en identificar la resistencia a compresión requerida en un concreto sin aire incorporado, después se procede a interpolar ya que el valor obtenido es 364 kg/cm<sup>2</sup>, con ello se pudo obtener la relación A/C de 0.45.

- **Proporción en peso de los materiales**

**Tabla 16:** *Peso de materiales en concreto patrón*

<b>Componente</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Peso húmedo (kg)</b>	<b>Materiales utilizados (kg)</b>
Cemento sol	512	512	15.36
Agua	231	249	7.44
Fibra de vidrio	0.00	0.00	0.00
Agregado grueso	865	867	26.61
Agregado fino	670	673	20.19

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 17:** *Peso de materiales en concreto modificado con 1.75% F.V*

<b>Componente</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Peso húmedo (kg)</b>	<b>Materiales utilizados (kg)</b>
Cemento sol	512	512	15.36
Agua	231	248	7.44
Fibra de vidrio	8.95	8.95	0.27
Agregado grueso	865	867	26.01
Agregado fino	661	664	19.92

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 18:** *Peso de materiales en concreto modificado con 2.25% F.V*

<b>Componente</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Peso húmedo (kg)</b>	<b>Materiales utilizados (kg)</b>
Cemento sol	512	512	15.36
Agua	231	249	7.44
Fibra de vidrio	11.51	11.51	0.345
Agregado grueso	865	867	26.01
Agregado fino	658	661	19.83

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 19:** *Peso de materiales en concreto modificado con 2.75% F.V*

<b>Componente</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Peso húmedo (kg)</b>	<b>Materiales utilizados (kg)</b>
Cemento sol	512	512	15.36
Agua	231	248	7.44
Fibra de vidrio	14.07	14.07	0.422
Agregado grueso	865	867	26.01
Agregado fino	656	659	19.77

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 20:** *Peso de materiales en concreto modificado con 3.25% F.V*

<b>Componente</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Peso húmedo (kg)</b>	<b>Materiales utilizados (kg)</b>
Cemento sol	512	512	15.36
Agua	231	248	7.44
Fibra de vidrio	16.63	16.63	0.4989
Agregado grueso	865	867	26.01
Agregado fino	653	656	19.68

Fuente: Elaboración Propia.

- **Proporción en volumen de obra**

**Tabla 21:** *Proporción en volumen del concreto patrón*

<b>Cemento (bls)</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua (L)</b>
1	1.2	1.8	20.7

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 22:** *Proporción en volumen del concreto modificado 1.75% F.V*

<b>Cemento (bls)</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua (L)</b>	<b>Fibra de vidrio (gr)</b>
1	1.2	1.8	20.6	774

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 23:** *Proporción en volumen del concreto modificado 2.25% F.V*

<b>Cemento (bls)</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua (L)</b>	<b>Fibra de vidrio (gr)</b>
1	1.2	1.8	20.6	956

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 24:** *Proporción en volumen del concreto modificado 2.75% F.V*

<b>Cemento (bls)</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua (L)</b>	<b>Fibra de vidrio (gr)</b>
1	1.2	1.8	20.6	1169

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 25:** *Proporción en volumen del concreto modificado 3.25% F.V*

<b>Cemento (bls)</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua (L)</b>	<b>Fibra de vidrio (gr)</b>
1	1.2	1.8	20.6	1381

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3. Determinación de propiedades del concreto

#### 4.3.1. Trabajabilidad del concreto

Para obtener datos correspondientes a la trabajabilidad, se siguió los procedimientos establecidos por la norma ASTM C143, el cual indica que para adquirir los datos que se aprecian en la tabla 26, se mide con un flexómetro a la mezcla después de retirar el cono.

**Tabla 26:** *Trabajabilidad del concreto*

Tipo de concreto	Medida (Pul.)
Concreto patrón	6.5
Concreto con 1.75% de Fibra de Vidrio	3
Concreto con 2.25% de Fibra de Vidrio	1
Concreto con 2.75% de Fibra de Vidrio	0
Concreto con 3.25% de Fibra de Vidrio	0

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que para el concreto patrón se tiene un asentamiento de 6.5" y para los grupos experimentales con 1.755, 2.25, 2.75 y 3.25 presentan asentamiento de 3", 1", 0" y 0" respectivamente

#### 4.3.2. Resistencia a compresión del concreto

**Tabla 27:** *Resistencia a la compresión a los 7 días*

Tipo de concreto	Días de Curado	Promedio de Fuerza Máxima (kg)	Promedio de Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio % F'c
Concreto patrón	7	21035.00	264.00	94.27%
Concreto con 1.75% de Fibra de Vidrio	7	20489.00	259.67	92.83%
Concreto con 2.25% de Fibra de Vidrio	7	20376.00	256.00	91.43%

Concreto con 2.75% de Fibra de Vidrio	7	16821.33	220.33	78.60%
Concreto con 3.25% de Fibra de Vidrio	7	16579.00	217.33	77.47%

Fuente: Elaboración Propia.

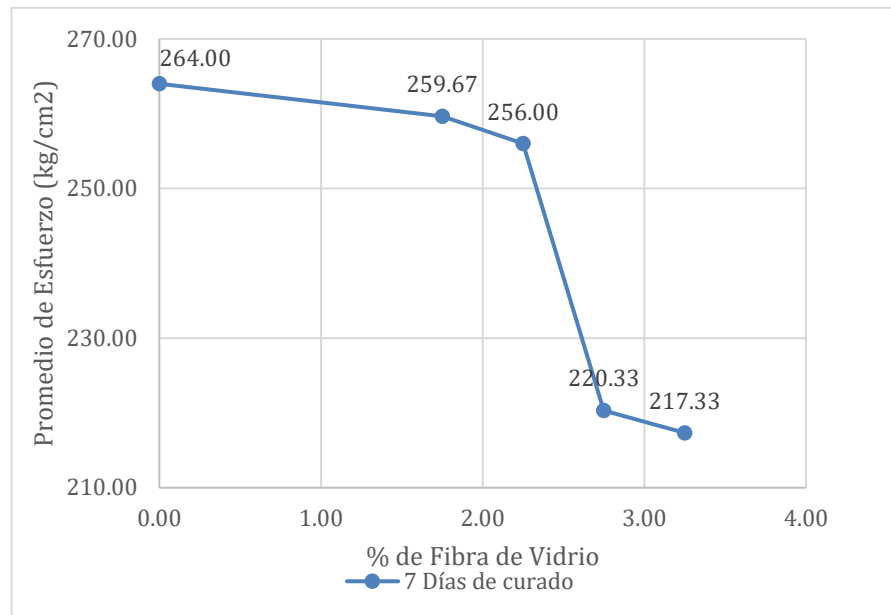


Figura 4: Resistencia a compresión a los 7 días

Los datos mostrados indican que el concreto patrón a los 7 días de curado presenta 264.00 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el modificado con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de material sintético presentan 259.67 kg/cm<sup>2</sup>, 256.00 kg/cm<sup>2</sup>, 220.33 kg/cm<sup>2</sup>, 217.33 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo cual indica claramente que la resistencia del concreto patrón es mayor en comparación a los grupos experimentales considerados.



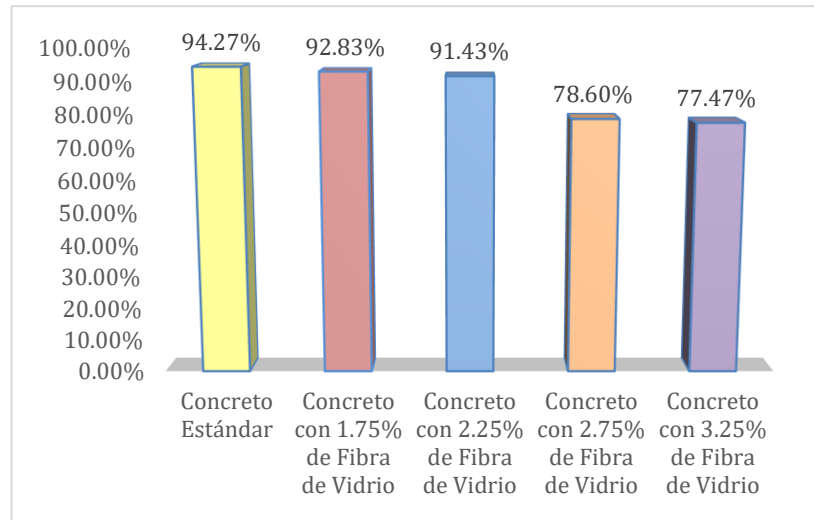


Figura 5: Porcentaje de variación de f'c a los 7 días

Los datos mostrados (figura 5) indican que el concreto patrón a los 7 días de curado presenta un 94.27% de resistencia, mientras que el modificado con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de material sintético presentan porcentajes de resistencia mucho menores de lo que se esperó obtener.

Tabla 28: Resistencia a la compresión a los 14 días

Tipo de concreto	Días de Curado	Promedio de Fuerza Máxima (kg)	Promedio de Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio % F'c
Concreto Patrón	14	28855.67	365.67	130.60%
Concreto con 1.75% de Fibra de Vidrio	14	26602.67	337.33	120.23%
Concreto con 2.25% de Fibra de Vidrio	14	24821.00	312.67	111.67%
Concreto con 2.75% de Fibra de Vidrio	14	20158.67	262.67	93.87%
Concreto con 3.25% de Fibra de Vidrio	14	17866.67	227.67	81.27%

Fuente: Elaboración Propia.

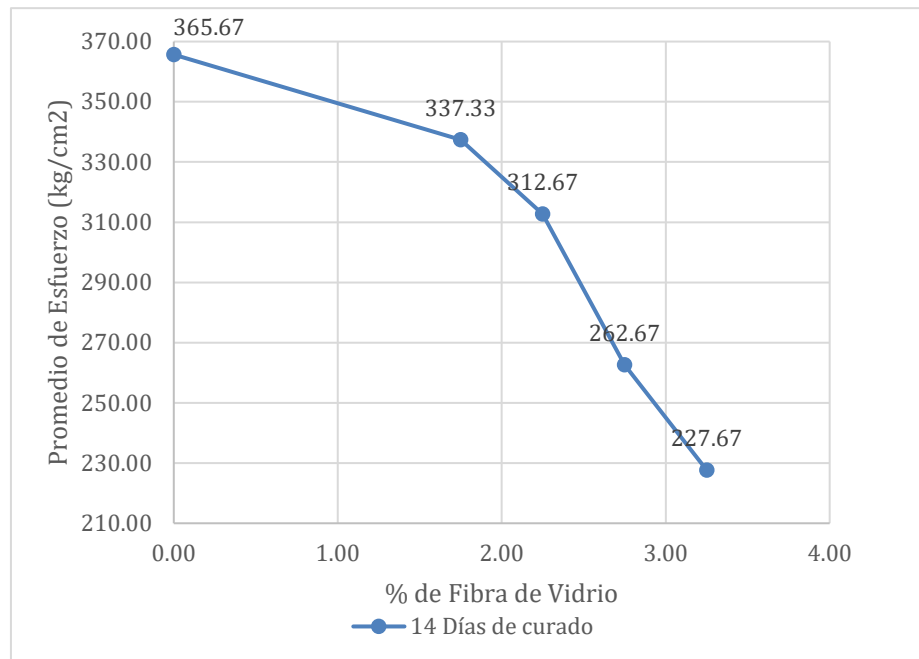


Figura 6: Resistencia a compresión a los 14 días

Los datos mostrados indican que el concreto patrón a los 14 días de curado presenta 365.67 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el modificado con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de material sintético presentan 337.33 kg/cm<sup>2</sup>, 312.67 kg/cm<sup>2</sup>, 262.67 kg/cm<sup>2</sup>, 227.67 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo cual indica claramente que la resistencia del concreto patrón es mayor en comparación a los grupos experimentales considerados.

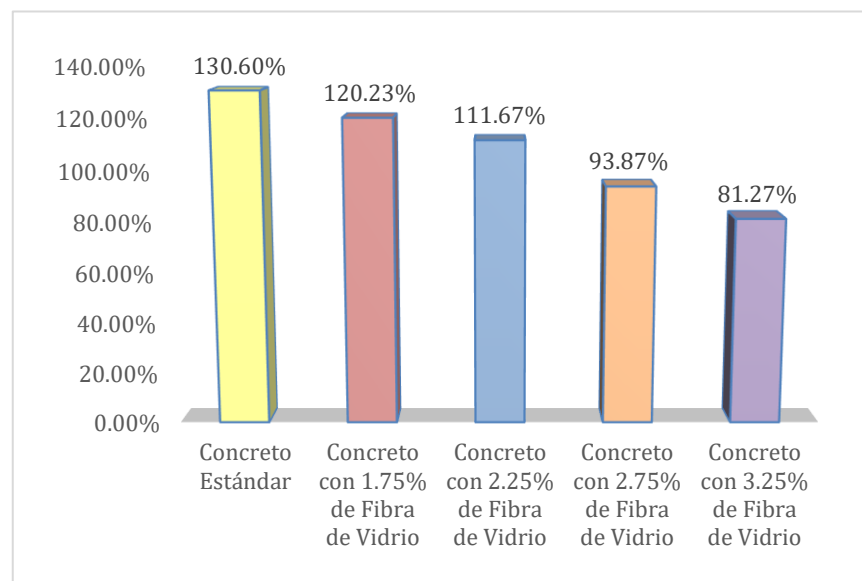


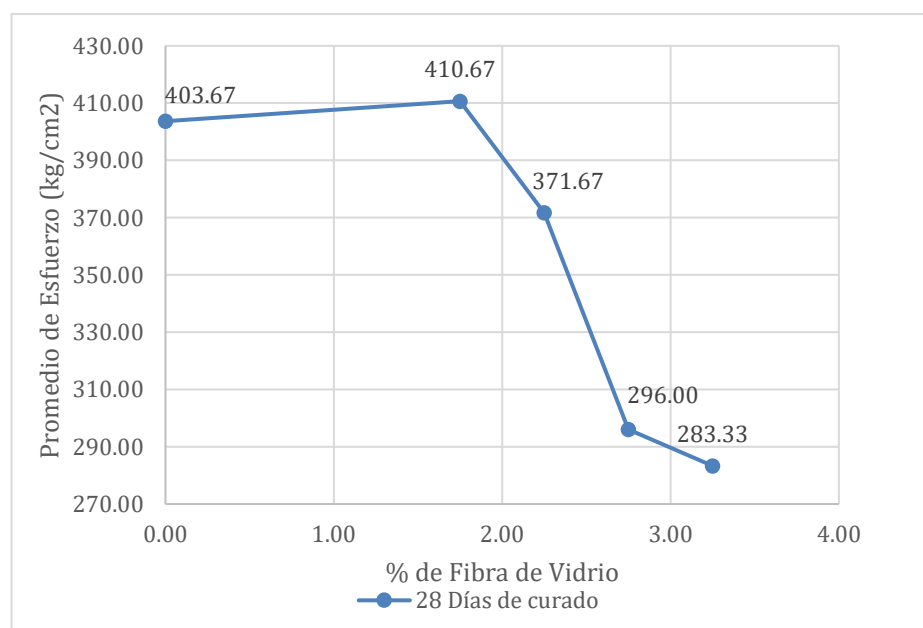
Figura 7: Porcentaje de variación de f'c a los 14 días

Los datos mostrados (figura 7) indican que el concreto patrón a los 14 días de curado presenta un 130.60% de resistencia, mientras que el modificado con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de material sintético presentan porcentajes de resistencia mucho menores de lo que se esperó obtener.

**Tabla 29:** Resistencia a la compresión a los 28 días

Tipo de concreto	Días de Curado	Promedio de Fuerza Máxima (kg)	Promedio de Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio % F'c
Concreto Patrón	28	31941.33	403.67	144.20%
Concreto con 1.75% de Fibra de Vidrio	28	32536.00	410.67	146.67%
Concreto con 2.25% de Fibra de Vidrio	28	29591.33	371.67	132.80%
Concreto con 2.75% de Fibra de Vidrio	28	23448.33	296.00	105.80%
Concreto con 3.25% de Fibra de Vidrio	28	22354.00	283.33	101.17%

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 8:** Resistencia a compresión a los 28 días

Los datos mostrados (figura 8) indican que el concreto patrón a los 28 días de curado presenta 403.67 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el modificado con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de material sintético presentan 410.67kg/cm<sup>2</sup>, 371.67kg/cm<sup>2</sup>, 296kg/cm<sup>2</sup> y 283.33kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo cual indica claramente que la resistencia del concreto experimental con 1.75% es mayor en comparación al concreto patrón.

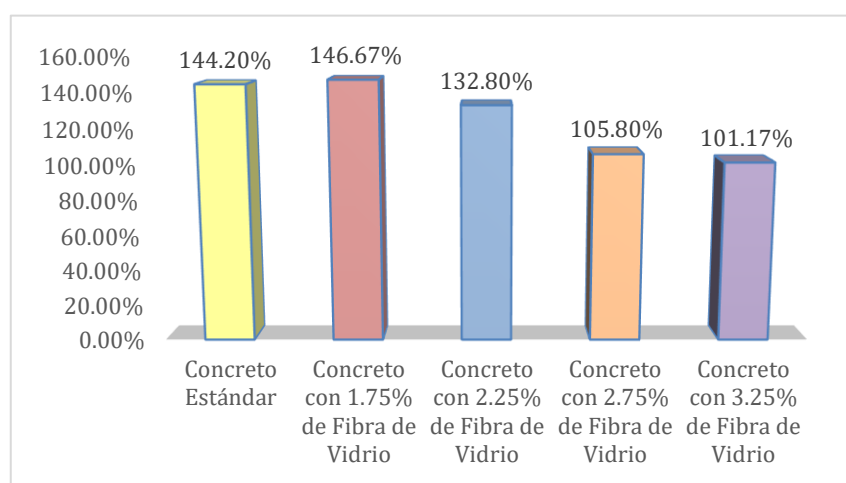


Figura 9: Porcentaje de variación de f'c a los 28 días

Los datos mostrados (figura 9) indican que el concreto patrón a los 28 días de curado presenta un 144.20% de resistencia, mientras que el modificado con 1.75% presenta un porcentaje de incremento de 146.67% el cual indica que es superior al patrón mientras que 2.25%, 2.75% y 3.25% de material sintético presentan porcentajes de resistencia mucho menores del concreto patrón.

#### 4.3.3. Durabilidad del concreto con sulfato de magnesio

Tabla 30: Durabilidad a los 28 días del concreto patrón

Tamiz	% Retenido	Peso Inicial	Peso Final	Perdida Peso	% Perdida	% Perd. Correg.
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	49.40	1508.60	1422.36	86.24	5.72	2.82

3/4" 3/8"	30.90	1005.25	992.33	12.92	1.29	0.40
3/8" N°04	19.70	302.63	302.02	0.61	0.20	0.04
<b>TOTAL</b>		<b>2816.48</b>	<b>2716.71</b>	<b>99.77</b>	<b>3.54</b>	<b>3.26</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que el desgaste del concreto patrón a los 28 días de curado sometido a sulfato de magnesio es de 3.26%

**Tabla 31:** Durabilidad a los 28 días del concreto con 1.75 F.V

<b>Tamiz</b>	<b>% Retenido</b>	<b>Peso Inicial</b>	<b>Peso Final</b>	<b>Perdida Peso</b>	<b>% Perdida</b>	<b>% Perd. Correg.</b>
2 1/2" 1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2" 3/4"	49.40	1506.20	1462.63	43.57	2.89	1.43
3/4" 3/8"	30.90	1002.50	972.80	29.70	2.96	0.92
3/8" N°04	19.70	301.10	295.53	5.57	1.85	0.36
<b>TOTAL</b>		<b>2809.80</b>	<b>2730.96</b>	<b>78.84</b>	<b>2.81</b>	<b>2.71</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que el desgaste del concreto con 1.75% de material sintético a los 28 días de curado sometido a sulfato de magnesio es de 2.71%

**Tabla 32:** Durabilidad a los 28 días del concreto con 2.25 F.V

<b>Tamiz</b>	<b>% Retenido</b>	<b>Peso Inicial</b>	<b>Peso Final</b>	<b>Perdida Peso</b>	<b>% Perdida</b>	<b>% Perd. Correg.</b>
2 1/2" 1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2" 3/4"	49.40	1505.50	1477.70	27.80	1.85	0.91
3/4" 3/8"	30.90	1000.70	986.40	14.30	1.43	0.44
3/8" N°04	19.70	300.80	299.60	1.20	0.40	0.08
<b>TOTAL</b>		<b>2807.00</b>	<b>2763.70</b>	<b>43.30</b>	<b>1.54</b>	<b>1.43</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que el desgaste del concreto con 2.25% de material sintético a los 28 días de curado sometido a sulfato de magnesio es de 1.43%

**Tabla 33:** Durabilidad a los 28 días del concreto con 2.75F.V

Tamiz	% Retenido	Peso Inicial	Peso Final	Perdida Peso	% Perdida	% Perd. Correg.
2 1/2" 1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2" 3/4"	49.40	1505.50	1489.80	15.70	1.04	0.52
3/4" 3/8"	30.90	1000.70	989.90	10.80	1.08	0.33
3/8" N°04	19.70	300.80	300.20	0.60	0.20	0.04
TOTAL		2807.00	2779.90	27.10	0.97	<b>0.89</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que el desgaste del concreto con 2.75% de material sintético a los 28 días de curado sometido a sulfato de magnesio es de 0.89%

**Tabla 34:** Durabilidad a los 28 días del concreto con 3.25 F.V

Tamiz	% Retenido	Peso Inicial	Peso Final	Perdida Peso	% Perdida	% Perd. Correg.
2 1/2" 1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2" 3/4"	49.40	1505.50	1499.30	6.20	0.41	0.20
3/4" 3/8"	30.90	1000.70	995.70	5.00	0.50	0.15
3/8" N°04	19.70	300.80	300.70	0.10	0.03	0.01
TOTAL		2807.00	2795.70	11.30	0.40	<b>0.36</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que el desgaste del concreto con 3.25% de material sintético a los 28 días de curado sometido a sulfato de magnesio es de 0.36%.

#### 4.4. Comparación de resultados

##### 4.1.1. Comparación de trabajabilidad del concreto patrón y experimental.

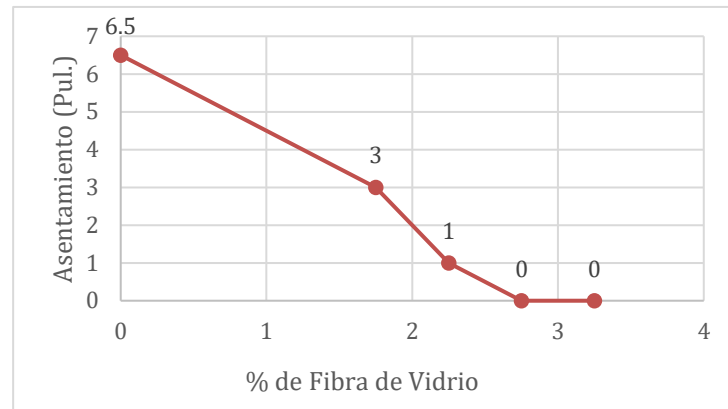


Figura 10: Comparación de asentamiento del concreto patrón y modificado

Los datos mostrados (figura 10) indican el asentamiento de grupos experimentales con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de fibra va disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de material de adición, ello quiere decir que el concreto modificado con las dos últimas adiciones de material sintético no es plástico ya que presentan asentamientos menores de 1/2".

##### 4.1.2. Comparación de resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental

Se realizó a través de del programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

**Tabla 35:** Estadísticos de resistencia a compresión a 7 días

Descripción	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
GCCP	264.00	12.17	7.02
C1.75%FV	259.67	2.31	1.33
C2.25%FV	256.00	6.24	3.61
C2.75%FV	220.33	5.51	3.18
C3.25%FV	217.33	14.19	8.19

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 36:** Prueba de normalidad de resistencia a compresión a 7 días de curado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
GCCP	0.818	3	0.157
C1.75FV	0.750	3	<b>0.000</b>
C2.25FV	0.923	3	0.463
C2.75FV	0.824	3	0.174
C3.25FV	0.974	3	0.688

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados (tabla 36) de la prueba de normalidad indican que entre el grupo control del concreto patrón (GCCP) y el grupo experimental con 1.75 de fibra de vidrio existe diferencia significativa ya que la significancia es menor a 0.05, por lo que se usó la técnica estadística no paramétrica mediante la prueba Kruskal-Wallis.

**Tabla 37:** Resistencia a compresión a 7 días de curado con Kruskal-Wallis

	GTOTAL
H de Kruskal-Wallis	10.743
gl.	4
Sig. asintótica	0.030

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados (tabla 37) indican que la significancia sigue siendo menor a 0.05 entre los grupos, por lo que se va utilizar la siguiente prueba estadística U de Mann-Whitney, la cual analiza solo dos grupos por lo que se compara al grupo patrón con cada grupo experimental.



**Tabla 38:** Resistencia a compresión a 7 días de curado mediante U de Mann-Whitney

	GCCP - C1.75FV	GCCP - C2.25FV	GCCP - C2.75FV	GCCP - C3.25FV
U de Mann-Whitney	3.000	2.000	0.000	0.000
Sig. Asintótica	0.507	0.275	0.050	0.050

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados (tabla 38) indican que no existe diferencias significativas entre el grupo control GCCP y los grupos experimentales C1.75FV, C2.25FV, C2.75FV y C3.25FV.

**Tabla 39:** Estadísticos de resistencia a compresión a 14 días

Descripción	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
GCCP	365.667	15.308	8.838
C1.75%FV	337.333	14.571	8.413
C2.25%FV	312.667	6.0277	3.480
C2.75%FV	262.667	10.785	6.227
C2.25%FV	227.667	4.1767	4.176

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 40:** Prueba de normalidad de resistencia a compresión a 14 días de curado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
GCCP	0.778	3	0.062
C1.75FV	0.923	3	0.463
C2.25FV	0.991	3	0.817
C2.75FV	0.860	3	0.266
C3.25FV	0.807	3	0.132

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados (tabla 40) de la prueba de normalidad indican que entre el grupo control del concreto patrón (GCCP) y los grupos experimentales no existe diferencia significativa ya que la significancia es mayor a 0.05, por lo que se usó la técnica estadística paramétrica mediante la Prueba Anova.

**Tabla 41:** Resistencia a compresión a 14 días mediante Anova

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	37455.06	4	9363.767	71.845	0.000
Dentro de grupos	1303.33	10	130.333		
Total	38758.40	14			

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican (tabla 41) que la significancia es menor de 0.05, por lo que la diferencia de los resultados obtenidos a los 14 días de curado de resistencia a la compresión es significativa entre el grupo control y los grupos experimentales, para corroborar que grupos experimentales presentan diferencias significativas, se procedió a analizar mediante la prueba de Tukey.

**Tabla 42:** Resistencia a compresión a 14 días mediante turkey

Grupo Control (I)	Grupos Experimentales (J)	Diferencia de Medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CP	C1.75FV	28.33	9.321	0.074	-2.34	59.01
	C2.25FV	53,00	9.321	<b>0.001</b>	22.32	83.68
	C2.75FV	103,00	9.321	<b>0.000</b>	72.32	133.68
	C3.25FV	138,00	9.321	<b>0.000</b>	107.32	168.68

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que la diferencia de media entre el CP (Concreto Patrón) y los grupos de experimentales con 2.25, 2.75 y 3.25 presentan significancia ya que los valores son menores a 0.05,

ello se debe a que las resistencias que se obtuvieron fueron menores a lo esperado.

**Tabla 43:** Estadísticos de resistencia a compresión a 28 días

Descripción	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
GCCP	403.666	2.082	1.201
C1.75%FV	410.666	6.110	3.527
C2.25%FV	371.666	5.859	3.382
C2.75%FV	296.000	6.082	3.511
C2.25%FV	283.333	4.509	2.603

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 44:** Prueba de normalidad de resistencia a compresión a 28 días de curado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
GCCP	0.923	3	0.463
C1.75FV	0.964	3	0.637
C2.25FV	0.881	3	0.328
C2.75FV	0.818	3	0.157
C3.25FV	0.996	3	0.878

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados (tabla 44) de la prueba de normalidad indican que entre el grupo control del concreto patrón (GCCP) y los grupos experimentales no existe diferencia significativa, ya que la significancia supera el 0.05, por lo que se usó la técnica estadística paramétrica mediante la Prueba Anova.

**Tabla 45:** Resistencia a compresión a 28 días mediante Anova

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	43030.267	4	10757.567	403.409	0.000
Dentro de grupos	266.667	10	26.667		
Total	43296.933	14			

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican (tabla 45), que la significancia es menor de 0.05, por lo que la diferencia de los resultados obtenidos a los 28 días de curado es significativa entre el grupo control y los grupos experimentales, para corroborar que grupos experimentales presentan diferencias significativas, se procedió a analizar mediante la prueba de Tukey.

**Tabla 46:** Resistencia a compresión a 28 días mediante turkey

Grupo Control (I)	Grupos Experimentales (J)	Diferencia de Medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CP	C1.75FV	-7.00	4.21	0.496	-20.876	6.876
	C2.25FV	32,00	4.21	<b>0.000</b>	18.123	45.876
	C2.75FV	107,66	4.21	<b>0.000</b>	93.790	121.543
	C3.25FV	120,33	4.21	<b>0.000</b>	106.456	134.209

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados indican que la diferencia de media entre el CP (Concreto Patrón) y los grupos de experimentales con 2.25, 2.75 y 3.25 presentan significancia ya que los valores son menores a 0.05, ello se debe a que las resistencias que se obtuvieron fueron menores a lo esperado, mientras que el grupo experimental 1.75 resultó ser mejor ya que la diferencia de medias sale negativa, aunque no existe significancia.

**Tabla 47:** Comparación de resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días de curado

Tipo de concreto	0 días	7 días	14 días	28 días
Concreto Patrón	0	264.00	365.67	403.67
Concreto con 1.75% fibra de Vidrio	0	259.67	337.33	410.67
Concreto con 2.25% fibra de Vidrio	0	256.00	312.67	371.67

Concreto con 2.75% fibra de Vidrio	0	220.33	262.67	296.00
Concreto con 3.25% fibra de Vidrio	0	217.33	227.67	283.33

Fuente: Elaboración Propia.

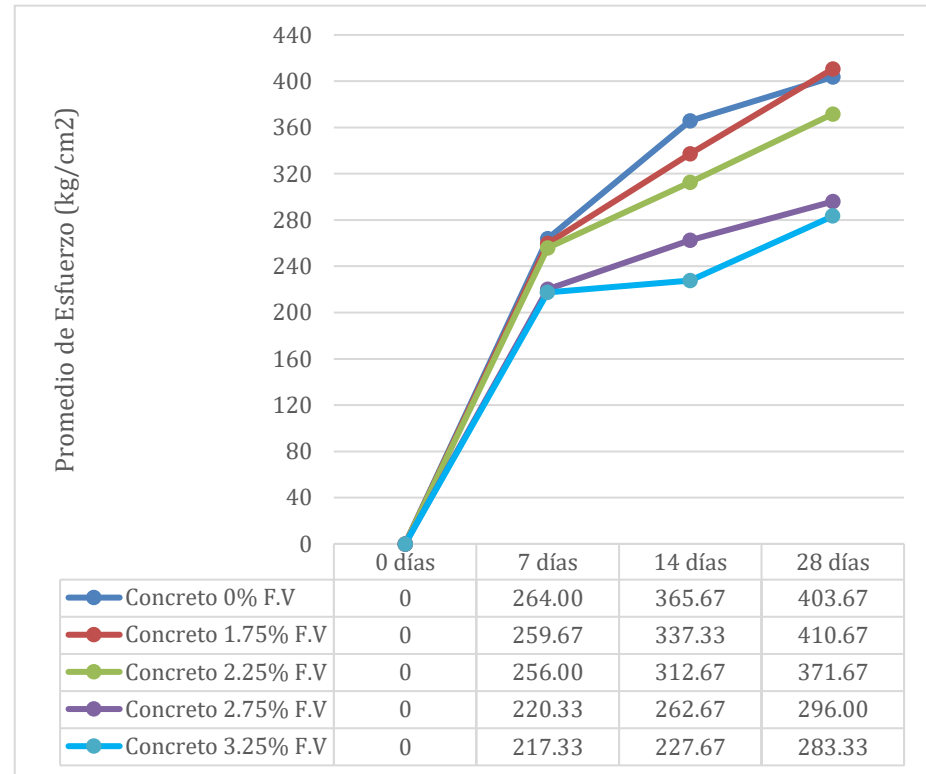


Figura 11: Curva de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado

El concreto patrón es mucho mayor en comparación al experimental a excepción del concreto con 1.75% de F.V a los 28 días, con respecto a los demás análisis se puede apreciar en las pruebas estadísticas que a los 7 días no se aprecia diferencias significativas aunque el concreto patrón es mayor (tabla 38), mientras que a los 14 y 28 que refleja la (tabla 42 y 46), se notan diferencias significativas entre el patrón y experimental con 2.25%, 2.75% y 3.25% ya que los valores esperados son mucho menores presentando porcentajes de disminución de 18%, 36%, 49% y 11%, 38%, 43% para las últimas dos edades de curado.

4.1.3. Comparación de durabilidad a los 28 días de curado para el concreto patrón y experimental

**Tabla 48:** Comparación de durabilidad a los 28 días de curado

Tipo de concreto	(%) Perdida
Concreto Patrón	3.26
Concreto con 1.75% fibra de Vidrio	2.71
Concreto con 2.25% fibra de Vidrio	1.43
Concreto con 2.75% fibra de Vidrio	0.89
Concreto con 3.25% fibra de Vidrio	0.36

Fuente: Elaboración Propia.

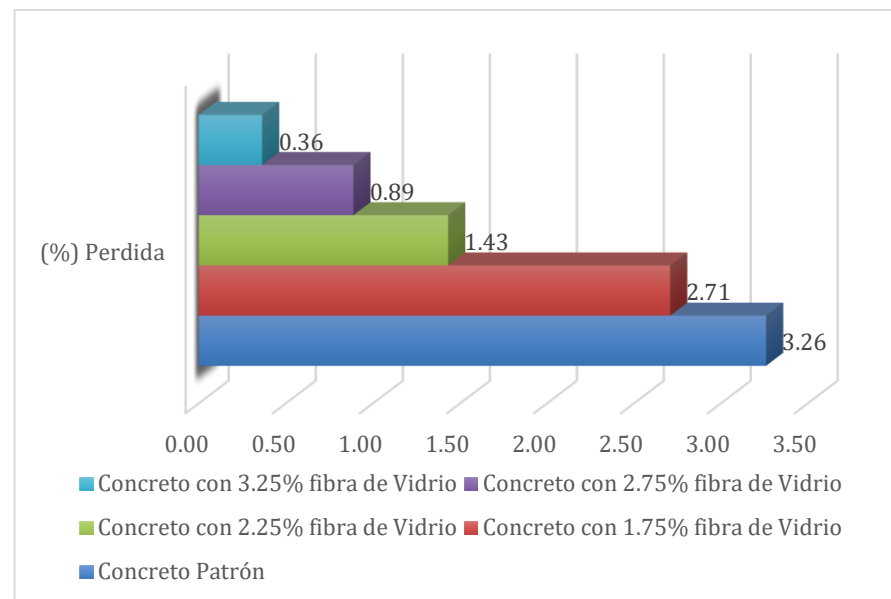


Figura 12: Comparación de durabilidad a los 28 días de curado

La durabilidad del concreto experimental es superior al patrón ya que a medida que va aumentando la adición de fibra el porcentaje de pérdida de peso disminuye por lo que el concreto con 3.25% de F.V, presenta mayor resistencia a los agentes químicos en comparación al patrón que tuvo un desgaste de 3.26%.

## V. DISCUSIÓN

El análisis de las propiedades físicas de los materiales muestra un contenido de humedad tanto para fino y grueso de 0.50% y 0.21% respectivamente, además se realizó el análisis granulométrico el cual permite conocer el módulo de fineza de ambos agregados y el tamaño máximo nominal los cuales presentan valores de 2.52, 6.54 y 1/2", también se obtuvo la gravedad específica y absorción de los agregados fino y grueso cuyos valores son 2.78%, 2.31%, 2.73% y 0.815% respectivamente y por último se muestra resultados del peso suelto y compactado del fino y grueso, los cuales se tiene 1620 kg/m<sup>3</sup>, 1799 kg/m<sup>3</sup>, 1393 kg/m<sup>3</sup> y 1497 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Todos los resultados obtenidos se realizaron teniendo en cuenta los procedimientos y requerimientos de las normas ASTM C566, C136, C128, C127, C29 y NTP 339.185, 400.012, 400.021, 400,022, 400.017. Los agregados a utilizar en el concreto se tienen que analizar para conocer si son aptos para su elaboración, ya que determinarán su grado de influencia en sus diferentes propiedades.

El diseño de mezcla muestra la cantidad de cemento de acuerdo a la relación agua cemento que es 0.45, con lo que se obtiene un total de 512 kg de cemento que sería 12 bolsas, además permite obtener el peso húmedo tanto del agregado grueso y fino el cual es de 867 y 673 respectivamente, los resultados mostrados permiten calcular la proporción en volumen de obra, el cual es 1:1.2:1.8:20.7 litros de agua. Otros autores como Qureshi, Ahmad y Salahuddin (2017) obtuvieron una relación agua/cemento de 0.60 y una proporción de mezcla 1:2: 4. Dichos resultados influyen en las características del concreto, ya que, a mayor cantidad de agua, se tendrá una disminución de la resistencia, y a menor cantidad de dicho elemento se tendrá una mezcla poco trabajable, por eso es fundamental ser cuidadosos con los elementos mencionados porque gracias a ellos se consigue un concreto de buena calidad (Li y Liang, 2011). Todo el diseño se realizó de acuerdo a la norma ACI comité 211, el cual establece parámetros para obtener los valores antes mencionados. La realización de ello es importante porque permite calcular la dosificación de materiales que se van a utilizar para elaborar un concreto resistente.

La trabajabilidad o asentamiento del concreto fresco modificado con fibra de vidrio en los porcentajes de 1.75%, 2.25%, 2.75 y 3.25% respectivamente, fueron 3", 1.75", 0" y 0" respectivamente, el cual refleja una disminución con respecto al concreto patrón (Tabla 26). Otros autores también coinciden que a mayor adición de material sintético va disminuyendo la trabajabilidad como es el caso de Tibebu et al (2022) quienes tuvieron asentamientos de 32.5 mm (1.28") , 24.6 mm (1.02"), 14 mm (0.55") y 0 mm (0") para porcentajes 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% de fibra de vidrio, mostrando disminución con respecto al concreto patrón quien obtuvo 36 mm (1.42"). Del mismo modo Maxi y Mamani (2021) obtuvieron un asentamiento de 3" con respecto al concreto patrón y 2.6", 2.3" y 2.1" al adicionar fibra en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5" respectivamente, reflejando una disminución de la trabajabilidad del concreto. También se tiene a García (2017) quien obtuvo 3.65" de asentamiento del concreto patrón y 3", 2.24" y 1.95" al añadir 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra respectivamente, apreciándose una disminución en comparación al asentamiento del concreto patrón. Del mismo modo Huamán (2015) tuvo resultados de 3.68", 3.45" y 3.08", en la trabajabilidad de concreto con los porcentajes de fibra de vidrio 0.125%, 0.25% y 0.50%, de ello planteó que la pérdida de trabajabilidad del concreto puede favorecer a ciertas construcciones como el hormigonado de taludes, vaciado de concreto de cierta altura y concreto proyectado ya que el concreto con poca trabajabilidad aumenta su cohesión las obras particulares ya mencionadas. La trabajabilidad del concreto podría verse afectada por el tamaño de la fibra de vidrio, ya que a mayor cantidad estas se entrelazan absorbiendo mayor agua y aglutinante (cemento).

La resistencia a la compresión a los 28 días del concreto patrón obtuvo un valor de 403.67 kg/cm<sup>2</sup> mientras que los grupos experimentales con 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% de fibra de vidrio, obtuvieron valores de 410.67 kg/cm<sup>2</sup>, 371.67 kg/cm<sup>2</sup>, 296 kg/cm<sup>2</sup> y 283.33 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (tabla 29), dichos resultados indican que a mayor adición de fibra en la mezcla va disminuyendo la resistencia, es por ello que se logra un mayor valor con 1.75% de adición, teniendo una variación del 2.47% con respecto al patrón; mientras que a los 7 y 14 días el concreto patrón presentó valores más altos en comparación de los



experimentales (tabla 27 y 28). Otros autores como Vasu et al (2019) mencionan que el concreto sin fibra de vidrio obtuvo una resistencia a compresión de 285.52 kg/cm<sup>2</sup> mientras que el concreto porcentajes de 0.1%, 0.2% y 0.3% de fibra de vidrio obtuvieron 234.54 kg/cm<sup>2</sup>, 305.92 kg/cm<sup>2</sup> y 374.24 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días respectivamente, lo que indica que 0.3% es el óptimo para que el concreto llegue a su máxima resistencia a compresión, también se tiene a Bhawat et al (2018) quienes mencionan que el concreto sin adición obtuvo una resistencia de 224.34 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con fibra de vidrio alcanzó un valor de 237.08kg/cm<sup>2</sup>, el cual sería un 6% mayor, ello significa una opción si se requiere aumentar las propiedades del concreto, además Qureshi, Ahmad y Salahuddin (2017) indican que el concreto reforzado con 1.5% de fibra de vidrio obtuvo un valor de 295.21kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el grupo control logró un valor de 274 kg/cm<sup>2</sup>, ello refleja que la fibra de vidrio aumenta la resistencia a la compresión, ello se debe a que dicho material presenta una resistencia a la propagación de grietas, también realizaron una comparación sobre la vulnerabilidad sísmica indicando que el grupo control tiene mayor riesgo sísmico en comparación con el reforzado con fibra y por último se tiene a Tibebe et al (2022) quienes indican que el concreto sin adición obtuvo un valor de 61kn mientras que los grupos experimentales de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.2% presentaron valores de 65.67kn, 72kn, 68.67kn y 54.67kn respectivamente, indicando que con un 0.10% de fibra como refuerzo del concreto se logra una mayor resistencia a compresión ya que se incrementa un 18,04% con respecto al concreto simple. Claramente los resultados muestran que se puede usar fibra para elevar la resistencia del concreto, pero con porcentajes mínimos ya que ello permite que su distribución junto con los demás materiales usados para la elaboración del concreto sea la adecuada brindando mejoras.

La Durabilidad a los 28 días de curado utilizando un agente químico como el sulfato de magnesio del concreto patrón, dio como resultado un 3.26% de desgaste, del mismo modo el concreto modificado con los porcentajes de 1.75%, 2.25%, 2.75% y 3.25% mostró resultados de 2.71%, 1.43%, 0.89% y 0.36% respectivamente (Tabla 48). Otros autores muestran mayor desgaste

para un concreto reforzado con 3% de fibra de vidrio, pero utilizando otros agentes deteriorantes, así como es el caso de Lalinde et al (2022) quienes tienen un 14 % de desgaste cuando se encuentra sometidos a cloruro amónico ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) y un 60% de desgaste luego de ser sometido a ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). De acuerdo con la norma ASTM C33 – C88 y NTP 400.016 el porcentaje máximo de desgaste a considerar en una estructura como zapatas, cimentaciones, vigas expuestas a la intemperie, muros de contención, columnas, entre otras estructuras es del 18%. Con los resultados adquiridos, se puede utilizar el material de refuerzo para incrementar la durabilidad del concreto ya que tiene una alta resistencia a los agentes químicos.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Los agregados fino y grueso presentan un contenido de humedad de 0.50% y 0.21%, un módulo de fineza de 2.52 y 6.54 respectivamente, el agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", dentro de la gravedad específica y absorción de los agregados fino y grueso presentan valores de 2.78, 2.31%, 2.73 y 0.815% respectivamente y por último se muestra resultados del peso suelto y compactado del fino y grueso, los cuales se tiene 1620 kg/m<sup>3</sup>, 1799 kg/m<sup>3</sup>, 1393 kg/m<sup>3</sup> y 1497 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Todos los resultados se realizaron teniendo en cuenta los procedimientos y requerimientos de las normas, ello indica que son aptos para ser usados en la elaboración del concreto.
- 6.2. El diseño de mezcla determinó una relación agua/cemento de 0.45, encontrándose una proporción en volumen de 1:1.2:1.8:20.7 de cemento, arena, piedra y agua respectivamente.
- 6.3. La trabajabilidad o asentamiento del concreto fresco con porcentajes de 0%, 1.75%, 2.25%, 2.75 y 3.25% de fibra de vidrio fueron de 6.5", 3", 1", 0" y 0" respectivamente; la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días presenta valores de 403.67 kg/cm<sup>2</sup>, 410.67kg/cm<sup>2</sup>, 371.67kg/cm<sup>2</sup>, 296kg/cm<sup>2</sup> y 283.33kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente y la durabilidad a los 28 días utilizando sulfato de magnesio presenta desgaste de 3.3%, 2.7%, 1.4%, 0.9% y 0.4% respectivamente.
- 6.4. La trabajabilidad de concreto patrón es mucho más trabajable en comparación de los grupos experimentales; la resistencia a compresión a los 28 días de los grupos experimentales presentan diferencia significancia ya que las resistencias que se obtuvieron fueron menores a lo esperado a excepción del grupo experimental 1.75 que resultó ser mejor ya que la diferencia de medias sale negativa, aunque no exista una diferencia significativa, la durabilidad a los 28 días de los grupos experimentales tienen mayor resistencia a los agentes deteriorantes en comparación del grupo control.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los futuros investigadores ensayar la prueba de durabilidad al concreto con fibra de vidrio luego de 6 meses de estar sometido a sulfato de magnesio.

Se recomienda a los futuros investigadores realizar una comparación entre ensayos destructivos y no destructivos al concreto patrón y reforzado con fibra de vidrio para resistencia a compresión.

Se recomienda a los futuros investigadores realizar ensayos con porcentajes menores a 1.75% de fibra de vidrio.

## REFERENCIAS

ABRIGO, Lenin. Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibra de vidrio en proporciones de 2%, 4% y 6%. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018.

Disponible en

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14739/Abrigo%20Campos%20Lenin%20Stalin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALVARADO, María [et al]. Fibra de vidrio y sus diferentes aplicaciones en el sector constructivo de la ingeniería civil. *In L'Esprit Ingenieux* [en línea]. Vol.10-1. 2019. [Fecha de consulta: 2 de noviembre del 2021].

Disponible en:

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/2123/1834>

ARIAS, José. Proyecto de tesis guía para la elaboración [En línea]. 1.º ed. Perú: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. N° 2020-05577 [Fecha de Consulta: 18 de octubre del 2021].

Disponible en:

[http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzalesProyectoDeTesis\\_libro.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzalesProyectoDeTesis_libro.pdf)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de prueba patrón para el contenido de humedad evaporable total del agregado por secado. ASTM C566. Estados Unidos, 2019.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de prueba patrón para la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico. ASTM C39. Estados Unidos, 2020.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Especificación estándar para agregados de concreto. ASTM C33. Estados Unidos, 2021.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de Ensayo Normalizado para determinación de la desintegración de los áridos mediante el método de los sulfatos de sodio o sulfato de magnesio. ASTM C88. Estados Unidos, 1999.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de Prueba Estándar para el análisis por tamizado de agregados finos y gruesos. ASTM C136. Estados Unidos, 2020.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de Prueba estándar para densidad relativa (Gravedad Específica) y absorción de agregado fino. ASTM C128. Estados Unidos, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de Prueba estándar para densidad relativa (Gravedad Específica) y absorción del agregado grueso. ASTM C127. Estados Unidos, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de Prueba estándar para densidad aparente (Peso Unitario) y huecos en el agregado. ASTM C29. Estados Unidos, 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de ensayo estándar para revenimiento del concreto de cemento hidráulico. ASTM C138. Estados Unidos, 2005.

ALIANZA COOPERATIVA INTERNACIONAL. Proceso de diseño de mezclas del concreto. ACI 211.1. Estados Unidos, 2002.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Método de prueba estándar para asentamiento de concreto de cemento hidráulico. ASTM C143. Estados Unidos, 2018.

BAWAT, Chaichannawatik [et al]. Mechanical Properties of Fiber Reinforced Concrete. *Applied Mechanics and Materials* [en línea]. Vol. 875. Enero 2018. [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2021]. ISSN: 1662-7482.

Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2199188417/5D8CE62CC54D4C34PQ/5>

COMISIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES- INDECOPI. Agregados: método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. NTP 400.021. Lima Perú, 2002.

Disponible en: [https://mega.nz/folder/zotSGK6R#\\_SFNvjmwNUeWoqKlpamw7g](https://mega.nz/folder/zotSGK6R#_SFNvjmwNUeWoqKlpamw7g)

COMISIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES- INDECOPI. Agregados: análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. NTP 400.012. Lima Perú, 2001.

Disponible en: [https://mega.nz/folder/zotSGK6R#\\_SFNvjmwNUeWoqKlpamw7g](https://mega.nz/folder/zotSGK6R#_SFNvjmwNUeWoqKlpamw7g)

COMISIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES- INDECOPI. Agregados: método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. NTP 400.017. Lima Perú, 1999.

Disponible en: [https://mega.nz/folder/zotSGK6R#\\_SFNvjmwNUeWogKlpamw7g](https://mega.nz/folder/zotSGK6R#_SFNvjmwNUeWogKlpamw7g)  
COMISIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES- INDECOPI.  
Agregados: método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. NTP 400.022. Lima Perú, 2002.

Disponible en: [https://mega.nz/folder/zotSGK6R#\\_SFNvjmwNUeWogKlpamw7g](https://mega.nz/folder/zotSGK6R#_SFNvjmwNUeWogKlpamw7g)  
COMISIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES- INDECOPI.  
Agregados: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. NTP 339.185. Lima Perú, 2013.

Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado\\_59c03b5808bbc55813686f84\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf)

COMISIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES- INDECOPI.  
Agregados: Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. NTP 400.016. Lima Perú, 2011.

Disponible en: [https://mega.nz/folder/zotSGK6R#\\_SFNvjmwNUeWogKlpamw7g](https://mega.nz/folder/zotSGK6R#_SFNvjmwNUeWogKlpamw7g)

CONDORI, Porfirio. universo población y muestra. Curso taller, 2020.

Disponible en: <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>

CUARTERO, Juan [et al]. Comportamiento de la fibra de vidrio AR para aplicaciones estructurales en la construcción. Materiales de construcción [En línea]. Vol. 55. N°280. 14 de noviembre del 2005. [Fecha de Consulta: 15 de noviembre del 2021].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1380789>

El 80% de las viviendas en el Perú son informales y serían vulnerables ante un terremoto [En línea]. RPP Noticias. 16 de junio de 2021 [Fecha de Consulta: 15 de noviembre del 2021].

Disponible en: <https://rpp.pe/economia/economia/el-80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-informales-y-serian-vulnerables-ante-un-terremoto-noticia-1343757?ref=rpp>

GARCÍA, Bleger. Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de puno. Tesis (Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.

Disponible en:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5431/Garcia\\_Chambilla\\_Bleger\\_Freddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5431/Garcia_Chambilla_Bleger_Freddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GÓMEZ, Sergio, RAMÓN, Bladimir y GUZMÁN, Orlando. Comparative study of the mechanical and vibratory properties of a composite reinforced with fique fibers versus a composite with E-glass fibers. *Revista UIS ingenierías* [en línea]. Vol 17. N° 1. Setiembre 2017. [Fecha de Consulta: 18 de mayo del 2022].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6299839>

HERNÁNDEZ, Carlos y CARPIO, Natalia. Introducción a los tipos de muestreo. *Revista Alerta* [en línea]. Vol 2. N° 1. febrero 2019. [Fecha de Consulta: 18 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://alerta.salud.gob.sv/wp-content/uploads/2019/04/Revista-ALERTA-An%CC%83o-2019-Vol.-2-N-1-vf-75-79.pdf>

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6.º ed. Mexico: Mcgraw-hill. 2014 [Fecha de Consulta: 18 de octubre del 2021].

Disponible en:

<https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>

HUAMÁN, Alexander. Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/633>

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO (IMCYC). Propiedades del concreto. Julio del 2004.

Disponible en: <http://www.imcyc.com/cyt/julio04/CONCEPTOS.pdf>

KHALID, Talib [et al]. Comparison of different waste materials used as cement replacement in concrete. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science* [en línea]. Vol. 357. N° 1. noviembre 2019. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022].

Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2558047693/AD0857B9EA2C451APQ/4>



LI, Zongjin y LIANG, Wenquan. Advanced concrete technology [en línea]. 1.º ed. John Wiley & Sons, Incorporated. 2011 [Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2021].

Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2130890485/bookReader?accountid=37408>

LALINDE, Luis [et al]. Durability of Glass Fiber Reinforced Cement (GRC) Containing a High Proportion of Pozzolans. *Craetive commons* [En línea]. Vol. 12-7. [Fecha de consulta: 12 de junio del 2022].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/7/3696>

MAXI, Alicia y MAMANI, Melesio. Implementación de la Fibra de Vidrio, en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto  $F'c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup>, Cusco – 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

OLIVARES, Santiago, GALÁN, Marín y FERNÁNDEZ, Roa. Los composites; características y aplicaciones en la edificación. *Informes de la construcción* [en línea]. Vol. 54. N° 484. Marzo – abril 2003. [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/237016278.pdf>

OSSA, Alexander [et al]. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de fibras de vidrio y queratina. *Scientia Et Technica* [En línea]. Vol. 13. N°. 36. Setiembre del 2007. [Fecha de Consulta: 15 de noviembre del 2021].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903673>

QURESHI Ali, AHMAD Junaid y SALAHUDDIN, Hammad. Seismic vulnerability assessment of strengthened glass fiber reinforced concrete (GFRC). *KSCE Journal of Civil Engineering* [En línea]. Vol. 21. n°.6. 26 de diciembre del 2016. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/1931139797/5D8CE62CC54D4C34PQ/11?accountid=37408>

TAVERA, Hernando. Sismo de lagunas del 26 de mayo del 2019. Instituto Geofísico del Perú [En línea]. Mayo 2019. [Fecha de Consulta: 15 de noviembre del 2021].

Disponible en

[https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4846/Sismo\\_Lagunas\\_26\\_Mayo\\_2019\\_Region\\_Loreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4846/Sismo_Lagunas_26_Mayo_2019_Region_Loreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TIBEBU, Anteneh [et al]. Compression and workability behavior of chopped glass fiber reinforced concrete. *Tendencias Emergentes en Ciencia y Tecnología de Materiales* [En línea]. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322010902>

VASU, K. An Experimental Investigation on the Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Concrete. *IUP Journal of Structural Engineering* [en línea]. Vol 12. N° 1. enero 2019. [Fecha de Consulta: 18 de octubre del 2021]. ISSN: 09746528.

Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2185015474/abstract/69CA29EEA21F4E39PQ/1?accountid=37408>

## ANEXOS

**Anexo 1:** *Matriz de operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Fibra de vidrio	Son filamentos que se producen al estirar monofilamentos de vidrio provenientes de la fundición de éste (Ossa et al, 2007).	La fibra de vidrio se incorporará al diseño de concreto para ver su influencia en las propiedades del concreto que van a ser evaluadas mediante ensayos.		Dosificación (%)	Razón
Variable Dependiente: Propiedades del concreto	Son cualidades que posee el concreto durante sus diferentes estados (IMCYC, 2004)	Es el comportamiento que muestra al ser mezclado con distintos materiales y agregados, ello se medirá a través de ensayos.	Fresco	Trabajabilidad (pulg.)	Nominal
			Endurecido	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Nominal
				Durabilidad (%)	Nominal

## Anexo 2: Ficha de observación de laboratorio para contenido de humedad

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-87
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
Proyecto :	Fibra de vidrio y su influencia en las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto, 2022	Registro N° :	L22-027-91
Solicitante :	Pañaherera Quezada, Gaby Luz / Rengifo Urquiza Alvaro Julián	Muestreado por :	Solicitante
Cliente :	Pañaherera Quezada, Gaby Luz / Rengifo Urquiza Alvaro Julián	Ensayado por :	D. Fleitas
Ubicación de Proyecto :	Lima - Lima	Fecha de Ensayo :	10/04/2022
Material :	Agregado grueso / Agregado fino	Turno :	Diurno

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO


ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	1122	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	9039	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	9222	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.2	

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	110.8	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	669.9	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	667.1	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.5	

INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Geotecnia de Ingecontrol SAC y sello de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerado como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados entílicamente queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:
	 Giuseppe Gallegos Farfán JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL	 Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

### Anexo 3: Ficha de observación de laboratorio para análisis granulométrico

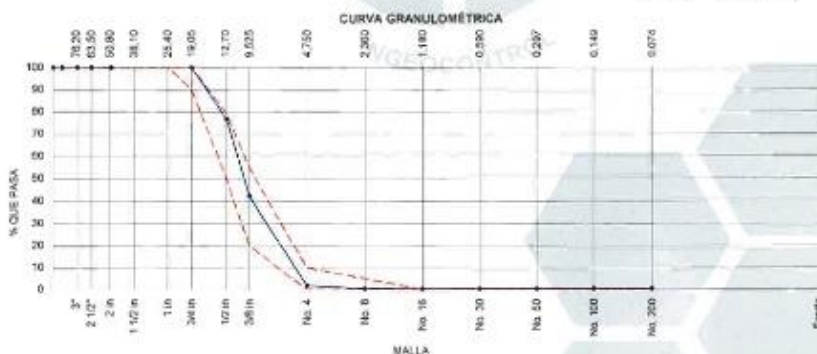
	<b>INFORME</b>	Código	AC-FO-03
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>	Versión	01
		Fecha	07-06-2026
		Página	1 de 1

Proyecto	: Fibra de vidrio y su influencia en las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto, 2022	Registro N°:	L22-927-03
Solicitante	: Pofaherrera Quisada, Gaby Luz / Rengifo Urquía Álvaro Julián	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Pofaherrera Quisada, Gaby Luz / Rengifo Urquía Álvaro Julián	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima - Lima	Fecha de Ensayo :	30/03/2022
Materia	: Agregado Grueso	Turno :	Díamo

Código de Muestra	: ---
Procedencia	: Camera Trapiche
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---


AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 16 - HUSO # 67

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm					100.00	100.00
3 in	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm					100.00	100.00
2 in	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm					100.00	100.00
1 in	25.00 mm					100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm				100.00	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	1306.3	23.36	23.36	76.64	50.00	79.00
3/8 in	9.50 mm	1953.7	34.15	57.51	42.49	20.00	55.00
No. 4	4.75 mm	2326.2	40.85	98.17	1.83	0.00	10.00
No. 8	2.36 mm	85.2	1.49	99.66	0.34	0.00	5.00
No. 16	1.18 mm	2.5	0.04	99.70	0.30	0.00	0.00
No. 30	600 µm	1.4	0.02	99.73	0.27	0.00	0.00
No. 50	300 µm	1.0	0.02	99.74	0.26	0.00	0.00
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
< No. 200	< No. 200	14.7	0.26	100.00	0.00	-	-
						MF	6.54
						TMN	1/2"



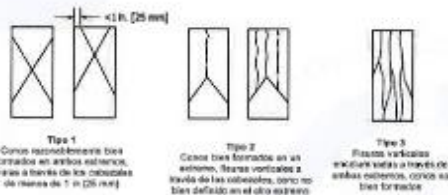
<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM/INGEOCONTROL) y jefe de Almacenamiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>Giuseppe Gallegos Farfán</i></p> <p>JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y</p> <p><i>Arnaldo Perez Ccoscco</i></p> <p>ARNALDO PEREZ CCOSCCO CIP: 190140 Gerente Técnico</p>

## Anexo 4: Ficha de observación de laboratorio para resistencia a compresión

	<b>INFORME</b>		Código:	AR-PO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		Versión:	01
			Fecha:	26-04-2018
			Página:	1 de 1
Proyecto:	Fibra de vidrio y su influencia en las propiedades de compresión, durabilidad e impermeabilidad del concreto, 2022	Registro N°:	L22-027-18	
Solicitante:	Peñafielerra Quezada, Gaby Luz / Rengifo Urquiza Alva to Juste	Muestreo por:	Ingecontrol	
Cliente:	Peñafielerra Quezada, Gaby Luz / Rengifo Urquiza Alva to Juste	Ensayado por:	R. Leyva	
Ubicación de Proyecto:	Lima - Lima	Fecha de Ensayo:	15/05/2022	
Fecha de emisión:	25/05/2022	Turno:	Díamo	
Tipo de muestra:	Concreto endurecido			
Presentación:	Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Peso de diseño:	280 Kg/cm <sup>2</sup>			

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	TIPO DE FALLA	RELACION ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO	f' <sub>c</sub>	% f' <sub>c</sub>
Probeta - 2.75% de Fibra de Vidrio	15/05/2022	19/05/2022	7	9.87	23.04	5	2.03	17336.0	224 kg/cm <sup>2</sup>	200 kg/cm <sup>2</sup>	93.8%
Probeta - 2.75% de Fibra de Vidrio	15/05/2022	19/05/2022	7	9.85	23.03	5	2.03	19200.0	225 kg/cm <sup>2</sup>	200 kg/cm <sup>2</sup>	79.6%
Probeta - 2.75% de Fibra de Vidrio	15/05/2022	19/05/2022	7	9.88	23.05	5	2.03	16374.0	214 kg/cm <sup>2</sup>	200 kg/cm <sup>2</sup>	76.3%



8.3 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table (Note 1):

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fonte: ASTM C39

	Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Aggregate Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders	3 cylinders
190 by 200 mm (6 by 10 in.) Laboratory conditions Field conditions	2.4 % 2.9 %	8.6 % 8.0 %	7.8 % 6.8 %
100 by 200 mm (4 by 8 in.) Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.8 %

Fonte: ASTM C39


Fonte: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGECONTROL
- \* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se aplica el factor de corrección de esfuerzos

<b>INGECONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Cargas de Materiales (JLM INGECONTROL) y Jefe de Registro de la Calidad.  Prohíbese la reproducción total o parcial de cualquier documento, copia o uso o distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerado como COPIA NO CONTROLADA.  La reproducción y uso de los resultados confiere a quien los recibe responsabilidad del mismo contenido.	<b>ELABORADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Danny Lopez Vipo</b> JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL SAC	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Arnaldo Pérez Coscco</b> ZIP: 190140 Gerente Técnico

## Anexo 5: Ficha de observación de laboratorio para durabilidad

	<b>INFORME</b>	Código	AE-PO-084
	<b>INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C86/C86M-18</b>	Versión	01
		Fecha	07-08-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Fibra de vidrio y su influencia en las propiedades de compresión, durabilidad y trabajabilidad del concreto, 2022	Registro N°	L22-027-27
Solicitante	: Peñaherrera Quezada, Gaby Luz / Rengifo Urquía Álvaro Julián	Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: Peñaherrera Quezada, Gaby Luz / Rengifo Urquía Álvaro Julián	Ensayado por	: B. Meigar
Ubicación de Proyecto	: Lima - Lima	Fecha de Ensayo	: 17/05/2022
Material	: Concreto Incurado - 3.25% de fibra de vidrio	Turno	: Diurno
Procedencia	: ---		
Centra	: ---		
Progresiva	: ---		

### I. EXAMEN CUANTITATIVO

TAMIZ	%RET.	P. INIC	P. FIN	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0
1 1/2"						
1 1/2"	49.4	1636.5	1499.3	0.2	0.4	0.2
3/4"	30.9	1030.7	966.7	3	0.5	0.2
3/8"	19.7	306.8	300.7	0.1	0.0	0.0

TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4"	0.20 %
3/4"	3/8"	0.15 %
3/8"	N° 4	0.01 %
<b>TOTAL</b>		<b>0.4 %</b>

### II. EXAMEN CUALITATIVO

TAMICES		Rejadas		Desmenuzadas		Fracturadas			N° Fraca
Pasa	Retenido	N°	%	N°	%	N°	%	%	Partículas
2 1/2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	3/4"	0	0	0	0	0	0	0	42

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  Dany López Vigo JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  Dany López Vigo JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C

## Anexo 6: Certificado de calibración de prensa de compresión



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 047



Registro N° LC - 047

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLF
018
2021
AREA DE METROLOGIA

Página 1 de 2

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de .aproximadamente 95%

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de .medición o a reglamentaciones vigentes

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad

El Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración .sin firma y sello carece de validez

**Método utilizado :**

Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza (ISO 7500-1:2018)

**Solicitante** : Ingecontrol  
**Dirección** : Mz A LT 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa S.M.P  
**Equipo / Instrumento** : Prensa de Compresion  
**Marca** : ELE  
**Modelo** : ADR TOUCH PRO  
**Serie** : 1939-1-10045  
**Identificación** : EGEA-LAB-032  
**Ubicación** : Laboratorio  
**Procedencia** : National  
**Alcance de indicación** : De 0 a 1000 kN  
**División de escala** : No Aplica  
**Tipo de medición** : Digital  
**Fecha de calibración** : 2021-07-12  
**Fecha de emisión** : 2021-07-14  
**Lugar de Calibración** : Laboratorio de concreto

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del laboratorio solicitante.



2021-07-14  
Fecha de emisión

Carlos Gutiérrez C.  
Supervisor de Control Metrológico

Ing. Aleksey Beresovsky  
Superintendente de Investigación  
y Desarrollo  
CIP: 110210



## Anexo 7: Certificado de calibración de la balanza 1



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC-031



Registro N.º LC-031

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MLM - 251 - 2021

Página 1 de 3

- FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-26      FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-29  
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021
1. SOLICITANTE : INGENCONTROL S. A. C.  
DIRECCIÓN : Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
- MARCA : OHAUS      ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g  
MODELO : R21PE30ZH      DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g  
NÚMERO DE SERIE : B847537448      DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 10 g  
PROCEDENCIA : CHINA      TIPO : ELECTRÓNICA  
IDENTIFICACIÓN : LS-04 (\*)
- UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN  
Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII. PC - 001 del INACAL Primera Edición - Mayo 2019.
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN  
LABORATORIO DE SUELOS de INGENCONTROL S. A. C.  
Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres
5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

METROLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METROLAB S.A.C.  
Héctor Méndez Peyroné  
GERENTE GENERAL



Jorge Pacheco Cristóbal  
Gerente Técnico

Código: PT-07-R13

Revisión: 03

Elaborado: J.L.P.C.

Revisado: HRMP

Aprobado: HRMP

Av. Guardia Peruana Nº 381 Urb. Malafini - Chorrillos - Lima - Perú  
Teléfonos: 637 3138 / 637 3139 Entel: 994 221 268 Cel.: 994 188 775  
email: atencion\_al\_cliente@metrolabsac.com / metrologia@metrolabsac.com / ventas@metrolabsac.com

## Anexo 8: Certificado de calibración de la balanza 2



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC- 031



Registro N.º LC-031

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MLM-252-2021

Página 1 de 3

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-26      FECHA DE EMISION : 2021-04-30  
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021

1. SOLICITANTE : INGEOCONTROL S. A. C.

DIRECCIÓN : Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : ELECTRONIC BALANCE      ALCANCE DE INDICACIÓN : 4000 g  
MODELO : WT40002GEJ      DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,01 g  
NÚMERO DE SERIE : 201224036      DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g  
PROCEDENCIA : NO INDICA      TIPO : ELECTRÓNICA  
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS

#### 3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó según el método de comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC-011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición Abril 2010.

#### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S. A. C.  
Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

#### 5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. METROLAB

S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METROLAB S.A.C.

José Méndez Peroné  
GERENTE GENERAL



Jorge Pacheco Cristóbal  
Gerente Técnico

Código: PT-07-R12

Revisión: 03

Elaborado: J.LPC

Revisado: HRMP

Aprobado por: HRMP

Anexo 9: Certificado de calibración del horno

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-017**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

Fecha de Emisión: 2021-10-13

Orden de trabajo: 0441-00  
Expediente: 0743

**1. INFORMACIÓN DEL CUENTE**

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
Dirección : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa, San Martín de Porres, Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

**2. EQUIPO : HORNO**

Marca : PERUTEST  
Modelo : PT-H76  
Número de Serie : 0137  
Identificación : T0045(\*)  
Procedencia : NO INDICA  
Ventilación : TURBULENCIA DE AIRE  
Temperatura de Trabajo : 60 °C ± 5 °C  
110 °C ± 5 °C  
180 °C ± 5 °C  
Instrumento de Medición del Equipo :

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó el 2021-10-01 en el área ÁREA DE CONCRETO

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**5. TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	TER20-282

**6. RESULTADOS**

**Condiciones de Calibración**

Posición del Controlador : 62 °C, 110 °C, 180 °C  
Posición de la Ventilación : UNICA  
Presión de Vacío : NO APLICA  
Carga : PRODUCTOS DIVERSOS, LOS CUALES REPRESENTAN APROXIMADAMENTE EL 60% DEL VOLUMEN EFECTIVO DEL EQUIPO.

**José Luis Panta Abad**  
Lic. Ciencias Físicas  
CFP: 0395



Fecha: Ene/18  
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Anexo 10: Ensayo de contenido de humedad del A.G



Anexo 11: Ensayo de contenido de humedad del A.F



**Anexo 12: Ensayo de análisis granulométrico de los agregados**



**Anexo 13: Peso específico y absorción de agregado fino**



### Anexo 14: Peso específico y absorción de agregado grueso



### Anexo 15: Peso unitario compactado



### Anexo 16: Peso unitario suelto del agregado fino



### Anexo 17: Peso unitario compactado del agregado fino



**Anexo 18: *Peso unitario compactado del agregado***

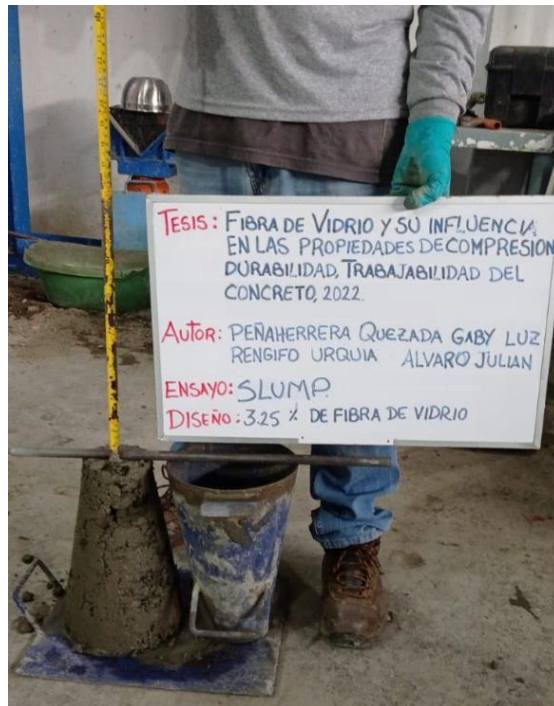


**Anexo 19: *Manipulación de fibra de vidrio tipo E***





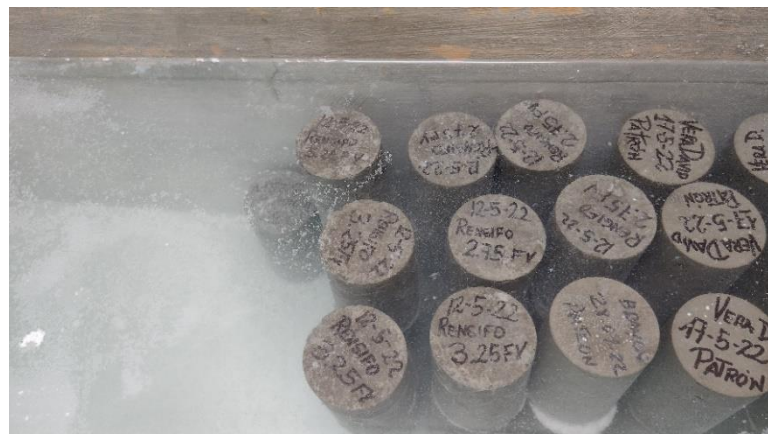
## Anexo 20: Trabajabilidad de la mezcla mediante Slump



## Anexo 21: Trabajabilidad de la mezcla patrón mediante Slump



## Anexo 22: Probetas para ensayos



### Anexo 23: Rotura de probetas a 7 días



### Anexo 24: Rotura de probetas a 7 días



### Anexo 25: Rotura de probetas a 14 días



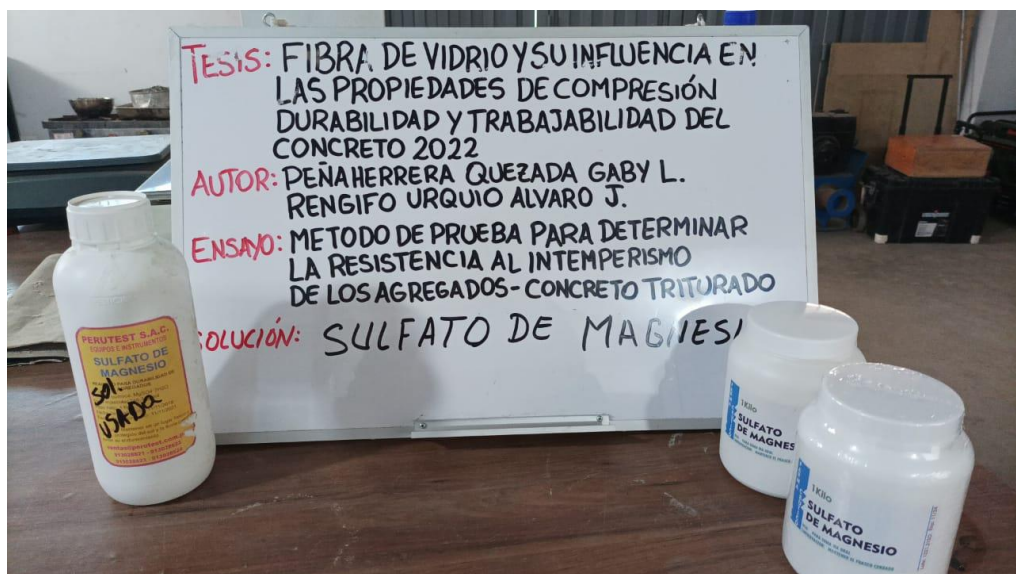
### Anexo 26: Rotura de probetas a 14



### Anexo 27: Rotura de probetas a 14 días



### Anexo 28: Sulfato de magnesio para durabilidad



**Anexo 29: Durabilidad de concreto con sulfato de magnesio**



**Anexo 30: Plano de ubicación y localización del laboratorio**

