



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Impacto de la fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas del  
concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2021”

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

**AUTOR:**

Sandoval Asurza, Daniel Teófilo (ORCID: [0000-0001-7901-0460](https://orcid.org/0000-0001-7901-0460))

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: [0000-0002-9573-0182](https://orcid.org/0000-0002-9573-0182))

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Se le dedico primero a Dios por ser nuestro gran amigo, quien nos guía nuestros pasos y nos ayuda llegar a nuestros objetivos y metas alcanzar y ver permitido llegar hasta este momento importante en mis estudios superiores.

De la misma manera mi tesis se la dedico a mis padres y hermanos quienes me han dado su apoyo condicional por formarme siendo una persona perseverante para seguir mis metas y no rendirme ante los obstáculos que se me pueda presentar en el camino.

Gracias a todos.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Privada César Vallejo por haberme aceptado ser parte de ella y a los diferentes docentes por brindar sus conocimientos y enseñanzas que me ayudó en mi formación profesional como persona.

Agradezco a mi asesor de Tesis al Ing. Raúl Antonio Pinto Barrantes por la asesoría de nuestra investigación; que mediante por sus esfuerzos y afán de enseñar, me ayudaron a avanzar, para culminar mi tesis.

Agradezco a Dios por abrir su corazón y mi mente y poder adquirir así los buenos conocimientos con los que cuento.

Finalmente, a mis Padres por su apoyo en todo momento de mi vida y en especial durante mi carrera profesional, por forjarme como persona que soy en la actualidad. Me formaron con reglas y con algunas libertades, a pesar de todo están a mi lado, logrando así en cumplir con algunos de mis metas.

Gracias.

<b>Índice de contenidos</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de Gráficos .....	ix
Resumen .....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	38
3.1 Tipo y Diseño de investigación .....	38
3.2 Variable y operacionalización .....	39
3.3 Población, muestra y muestreo.....	43
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	44
3.5 Procedimientos .....	46
3.6 Método de análisis de datos .....	58
3.7 Aspectos éticos.....	59
IV. RESULTADOS .....	59
4.1 Clima .....	59
4.2 Diseño de Mezcla de 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	61
4.2.1 Análisis granulométrico de los agregados.....	61
4.2.2 Peso unitario y vacíos del Agregado .....	64
4.2.3 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	67
4.2.4 Trabajabilidad del concreto en estado fresco .....	70
4.2.5 Ensayo a Compresión.....	72

4.2.6	Ensayo a Flexión .....	76
4.2.7	Ensayo de Módulo de Elasticidad .....	79
4.2.8	Análisis de Costos .....	83
V.	DISCUSIÓN .....	85
VI.	CONCLUSIONES .....	90
VII.	RECOMENDACIONES .....	92
	REFERENCIAS .....	93
	ANEXOS .....	100

<b>Índice de tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Dosificación de proporción de materiales directos por 1m <sup>3</sup> de hormigón ....	16
Tabla 2: Dosificación utilizadas mayormente en construcciones .....	16
Tabla 3: Cantidad necesaria entre relación agua / cemento para una determinada resistencia a compresión del concreto .....	17
Tabla 4: Fichas del Laboratorio a través la Noma ACI 211 .....	17
Tabla 5: Cuando se dispone de menos de 30 ensayos se va usar el Factor de Modificación para una desviación estándar.....	19
Tabla 6: Resistencia a la compresión promedio requerida cuando no disponemos de datos para conocer una desviación estándar .....	19
Tabla 7: Los requisitos aproximados de contenido de agua mezclada y contenido de aire requerido para diferentes asentamientos y tamaño máximo de agregado.....	21
Tabla 8: Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.....	22
Tabla 9: Principales propiedades de la Fibra de Vidrio y Grupos de Fibra .....	26
Tabla 10: Tipos de Fibra de Vidrio .....	27
Tabla 11: Clasificación de las propiedades mecánicas .....	34
Tabla 12: Comparación entre Concreto Patrón y Concreto Reforzado con fibra de Vidrio Tipo E .....	39
Tabla 13: Ensayo de Resistencia a Compresión (7, 14 y 28 días) .....	43
Tabla 14: Ensayo de Módulo de Elasticidad de 2"x4" .....	44
Tabla 15: Ensayo de Resistencia a Flexión de Vigas .....	44
Tabla 16: Análisis granulométrico del agregado fino .....	62
Tabla 17: Análisis granulométrico del agregado grueso .....	63
Tabla 18: Peso unitario y vacíos del agregado fino .....	66
Tabla 19: Peso unitario y vacíos del agregado grueso .....	66
Tabla 20: Peso unitario y vacíos del agregado fino .....	67
Tabla 21: Peso unitario y vacíos de agregado grueso.....	67
Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino.....	69
Tabla 23: Gravedad específica de sólidos.....	70
Tabla 24: Variación porcentual del asentamiento de las diversas proporciones de fibra de vidrio con respecto al patrón .....	71

Tabla 25: Ensayo de compresión de especímenes cilíndricos de concreto (Norma ASTM C39-07 / NTP 339.034-11) .....	73
Tabla 26: Evaluación de la resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> . .....	74
Tabla 27: Módulo de rotura de la viga por resistencia a Flexión de los diversos porcentajes de la fibra.....	77
Tabla 28: Módulo de Elasticidad de las diversas adiciones de fibra de acuerdo a la norma ACI 318 y Norma E.060 .....	80
Tabla 29: Variación porcentual de los Módulo de Elasticidad de los diversos porcentajes de fibra a los 28 días con respecto al patrón.....	82
Tabla 30: Costo Unitario de materiales para el hormigón patrón .....	83
Tabla 31: Costo Unitario de materiales para el hormigón con adición de 0.20% de fibra de vidrio .....	84
Tabla 32: Costo Unitario de materiales para el hormigón con adición de 0.50% de fibra de vidrio .....	84
Tabla 33: Costo Unitario de materiales para el hormigón con adición de 0.80% de fibra de vidrio .....	84

<b>Índice de figuras</b>	<b>Pág.</b>
Figura N° 1 Curva típica de resistencia de mezclas de prueba datos de campo .....	20
Figura N° 2: Fibra de vidrio .....	24
Figura N° 3: Esquema de la fabricación de la fibra de vidrio .....	26
Figura N° 4: Prueba de Revenimiento – Cono de Abrams .....	33
Figura N° 5 Ensayo a Compresión .....	35
Figura N° 6: Ensayo a flexión de acuerdo al C880 .....	36
Figura N° 7: Curva Esfuerzo vs Deformación unitaria según lo que establece la norma ASTM C469 .....	38
Figura N° 8: Condiciones Hidrológicas de Humedad en el año Hidrológico 2016 – 2017 .....	60
Figura N° 9: Niveles de comodidad de la humedad en Lima .....	60
Figura N° 10: Análisis de los agregados en los diversos tamices .....	61
Figura N° 11: Peso Unitario de agregado grueso .....	65
Figura N° 12: Peso Unitario de agregado fino .....	65
Figura N° 13: Agregación de la muestra en un recipiente, pesarlo y colocación al horno .....	67
Figura N° 14: Verificación de la humedad en un molde cónico y llevarlo al horno .....	68

<b>Índice de Gráficos</b>	<b>Pág.</b>
Gráfico 1: Curva Granulométrica del agregado fino .....	63
Gráfico 2: Curva Granulométrica del agregado grueso .....	64
Gráfico 3: Trabajabilidad del concreto fresco efecto porcentual de la fibra .....	72
Gráfico 4: Evaluación de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, para los grupos de prueba .....	75
Gráfico 5: Impacto del % de fibra de Vidrio en la Resistencia a Compresión .....	75
Gráfico 6: Impacto de la resistencia a flexión por las diversas fibras añadidas a los 28 días .....	78
Gráfico 7: Impacto del % de fibra de vidrio tipo E en la Resistencia a Flexión.....	79
Gráfico 8: Módulo de Elasticidad de las diversas adiciones de fibra de vidrio según la Norma E.060, ACI 318 y Gráfica a los 28 días de curado .....	81
Gráfico 9: Curva del módulo de elasticidad de acuerdo a la variación de la fibra de vidrio en la probeta.....	82

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo principal de evaluar el impacto al adicionar fibra de vidrio Tipo E en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2021. Para llevar a cabo la investigación se realizaron ensayos entre el concreto convencional y con la adición de fibra de vidrio en los porcentajes 0.2%, 0.5% y 0.80% respecto al peso total de la mezcla. La metodología que se va usar es de diseño experimental y el tipo de investigación es aplicada, los resultados obtenidos en el laboratorio es que a medida que se le adiciona la fibra de vidrio su resistencia a compresión va aumentar significativamente, el módulo de rotura va crecer hasta un punto máximo respecto al 0.50% de fibra y tendera a disminuir cuando se le adiciona el 0.80% de fibra, sin embargo se encuentra en rango del límite del M.R.=42kg/cm<sup>2</sup>; para el ensayo de módulo de rotura hasta el 0.50% de fibra de vidrio va estar en el rango del  $E_c$ , sin embargo, va decrecer relativamente hasta llegar un punto que el material nos es aceptable, además se puede apreciar que el costo de producción va a disminuir dejándonos un precio económico para un concreto de 1m<sup>3</sup>.

**Palabra clave:** Concreto, Fibra de vidrio tipo E, Porcentaje, Propiedades mecánicas.

## **ABSTRACT**

The main objective of the present investigation was to evaluate the impact of adding Type E fiberglass on the mechanical properties of concrete  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ , Lima, 2021. To carry out the investigation, tests were carried out between conventional concrete and with the addition of fiberglass in the percentages 0.2%, 0.5% and 0.80% with respect to the total weight of the mixture. The methodology to be used is of experimental design and the type of research is applied, the results obtained in the laboratory are that as the fiberglass is added, its compressive strength will increase significantly, the modulus of rupture will grow. up to a maximum point with respect to 0.50% of fiber and will tend to decrease when 0.80% of fiber is added, however it is in the range of the limit of  $MR = 42 \text{ kg / cm}^2$ ; For the break modulus test, up to 0.50% of fiberglass will be in the range of  $E_c$ , however, it will decrease relatively until reaching a point that the material is not acceptable, in addition, it can be seen that the production cost will to decrease leaving us an economic price for a concrete of  $1 \text{ m}^3$ .

Keywords: Concrete, Type E fiberglass, Percentage, Mechanical properties

## I. INTRODUCCIÓN

Los proyectos de obra civiles especialmente en las construcciones de edificios, hoteles, hospitales y viviendas se han visto más afectados las estructuras debido a causas naturales o por el hombre. La realidad problemática que surge en la ciudad de Lima las estructuras sufren cambios de deterioro por la implementación de un material de mala calidad, otro factor relevante es el diseño estructural; por lo tanto Lima es un departamento que tiene el clima árido subtropical, es decir que llueve regularmente y tiene una gran humedad atmosférica excesiva, generando corrosión lo cual debilita a la estructura, esto es debido que el concreto tiene poros que hacen que estén en contacto con el hierro, como consecuencia son muy vulnerables tanto para sismos e incendios

Por lo tanto es necesario realizar un estudio y análisis de los materiales que cumpla con los aspectos más relevantes por ejemplo son la durabilidad, precio, resistencia, entre otras cosas; por tal motivo se ha tratado de implementar un material aglomerante para reforzar sus propiedades mecánicas y físicas, pues el concreto es un material durable y por apropiado fortaleza a soportar una carga, además son fácilmente moldeables desde un inicio para tener la forma que se desea; Sin embargo cuenta con ciertos pequeños aspectos desfavorables entre ellos la disminución de fuerza al estiramiento y de los efectos ambientales (sismos), como la deficiencia en un estado de alta intensidad de vapores de agua que tiene el clima de Lima, además no es bueno para la resistencia a flexión.

El GRFC, está compuesta por un material fibroso que genera un crecimiento de su resistencia estructural, esta fibra tiene una textura de diferentes extensiones que son proporcionadas de un modo uniforme y repartida al azar. Actualmente la comercialización de las fibras para el uso de construcción es más usada los filamentos hechos de sintéticos, filamentos de acero, fibras de carbono, como la fibra de cristal. Por lo cual el que mayor aporta a la estructura son las fibras de vidrio como adición al concreto. (Pérez Héctor, 2015, pág. 21).

Los materiales aglutinantes como el hormigón o el mortero se utilizan como materiales de construcción porque tienen buenas características como su bajo precio, durabilidad

y resistencia a las cargas que se hacen en los laboratorios para fines estructurales. En vista de esto, en nuestro país casi no existe información del uso de esta tecnología como refuerzo para el mortero colocando filamentos de cristales, por ende, ya han realizado diferentes investigaciones y análisis a nivel internacional, nacional, regional y local, el resultado es que la incorporación del uso de este producto es de gran ayuda a la mejora del concreto.

Partiendo desde el conocimiento del concreto armado adicionando un refuerzo innovador, que se obtuvo desde una experiencia basada en la combinación de material compuesto de fibra de vidrio y CMP, se ha desarrollado un innovador material aglomerante, que combina las buenas propiedades compresivas del mortero comparando las positivas características de ensayo a estiramiento a la fibra de cristal. Creando la combinación GRC "Glass Fiber Reinforced Cement". Aunque, en un futuro esto afectará el comportamiento del GRC, haciendo que el material sea quebradizo y perdiendo ductilidad, se puede considerar que tiene propiedades elásticas y lineales hasta que se rompe, semejante al concreto tradicional.

GRC, se creó en el año de 1950, es un material aglomerante, en lo cual consta de los siguientes materiales: concreto patrón y fibras de vidrio cortas. Inicialmente, alrededor de 1960, las fibras de amianto, pero debido a sus componentes cancerígenos, son reemplazadas por otro tipo.

Se realizaron diversas maneras y métodos para poder manejar o ralentizar el desgaste del acero del concreto armado, debido a la gran intensidad de la humedad, como estrategia se hizo un mayor volumen de concreto para tapar el acero, que se ha impermeable y aumento de volumen epoxi de las armaduras para poder contener la oxidación, sin embargo, no son tan eficaces. Para poder solucionar este problema de que se oxide el acero de refuerzo es de implementar o adicionar filamentos reforzados con fibra como refuerzo, por ejemplo, uso de concreto reforzado con fibras de vidrio (GFRC). Estos filamentos están hechos de un material delgado compuesto con resinas. Actualmente se realiza diversos estudios en que se presenta la eficiencia de ello, como sujeto de soportar mayores cargas que tiene un hormigón simple lo que

reemplazara al acero, debido a sus características que brinda, tales como la liviandad de carga, alta firmeza y alta firmeza a la oxidación.

Como consecuencia de lo que se argumentó y que anteceden a este proyecto, se planteó la formulación del problema para poder demostrar a lo que queremos llegar para ello contamos con nuestro problema general: ¿Cuál será el impacto de adicionar fibra de vidrio Tipo E en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , Lima, 2021?, además contamos con algunos problemas específicos ¿Cuál será la resistencia a compresión del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de vidrio Tipo E?, ¿Cuál será la resistencia a flexión del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de vidrio Tipo E?, ¿Cuál será el Módulo de Elasticidad del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de vidrio Tipo E? y ¿Cuáles serán los costos estimados al adicionar fibra de vidrio Tipo E al concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ? Por lo tanto, estudiar este material fibroso para adicionar al concreto es muy importante, por los cuales algunos materiales se pueden mezclar haciendo que mejore las propiedades mecánicas de manera sinérgico. El termino sinérgico implica la acción de combinar con un material superior, por lo cual la suma de sus propiedades va a generar obtener un excelente componente y resistente. Mismo instante, los componentes compuestos son aprovechados desde el inicio de construcciones, donde la adición de unos filamentos en la combinación del concreto se ha usado para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

Observando el estado socioeconomica como la falta de viviendas que se encuentran los diferentes distritos de Lima y del País, requieren de nuevos proyectos innovadores, y a si mismo técnicas de edificación que permitirán perfeccionar las características de los componentes, elaborando productos que tengan gran prestigio, durable, como optimo reacción estructural y sobre todo económicas.

Justificación de este proyecto de investigación es incorporar fibra de vidrio en sustitución del hormigón, cambiando así las propiedades mecánicas del hormigón para sustituir fibras comerciales como polipropileno, acero, fibra de carbono, etc., para obtener los mejores y más económicos resultados. Las propiedades son iguales o

mejores que las obtenidas con las fibras comerciales, pero utilizan agregados de la región y el tipo de cemento utilizado, proporcionando así una forma real de utilizarlo para proyectos locales y nacionales. Por ello desde mi perspectiva la justificación teórica, la investigación permite conocer el impacto del uso de fibra de vidrio, sabiendo que el concreto tradicional es más empleado a nivel mundial, es válido señalar que en el Perú no es tan usado este material, por lo cual aún no cuenta con normas que reglamentan este tipo de construcción. En la justificación ambiental, el propósito es comprender la importancia de reducir el consumo de una gran cantidad de acero, esta investigación brinda una solución alternativa más amigable con el medio ambiente que puede reemplazar el acero tradicional, usando la FG (fibra de vidrio) que tiene características similares, pero no es fácil de corroer. En la justificación económica, responsablemente el proyecto podrá brindar resultados importantes relacionados con el establecimiento de la vida útil de la estructura reforzada de hormigón con fibra de vidrio, el reemplazo exitoso del acero, como el impacto de los costos de construcción y la reducción del mantenimiento estructural que se encuentra en un entorno agresivo. Desde mi justificación práctica, este proyecto de investigación se realizará un análisis comparativo estructural con una resistencia a compresión, flexión así también como hallar el módulo de elasticidad, estos ensayos se realizarán a base con probetas y vigas reforzadas con fibras de vidrio Tipo E con diferentes porcentajes frente a un concreto patrón.

Realizando este proyecto se va concluir a base el objetivo general del tema planteado que es Evaluar el impacto al adicionar fibra de vidrio Tipo E en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , Lima, 2021. Por lo cual para poder llegar a mi Objetivo principal es gracias a mis objetivos específicos para tener un buen proyecto se deben tener claro lo siguiente: Determinar la resistencia a compresión del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de vidrio Tipo E, Determinar la resistencia a flexión del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de vidrio Tipo E, Determinar el Módulo de Elasticidad del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de vidrio Tipo E y Determinar los costos estimados al adicionar fibra de vidrio Tipo E al concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Por lo tanto, formulamos una hipótesis principal, Al adicionar fibra de vidrio

Tipo E las propiedades mecánicas del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  varían significativamente, Lima, 2021, para ello contamos que se cumpla con nuestra hipótesis específicos es La resistencia a compresión del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  varia con adición de fibra de vidrio Tipo E, La resistencia a flexión del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  varia con adición de fibra de vidrio Tipo E. El Módulo de Elasticidad del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  varia con adición de fibra de vidrio Tipo E. Los costos del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$  varían al adicionar fibra de vidrio Tipo E.

## II. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo se redactará a detalle los antecedentes investigados por otros autores a nivel nacional e internacional, teorías que redacte a especificadamente mi proyecto que nos explicará un poco a profundidad de que trata el proyecto.

Castiblanco y Carrero (2015): realizo una observación experimental, por lo cual nos dice su objetivo es aprender la conducta o acción del hormigón sometido a fuerzas compactadas, con componentes no tradicionales: Fibras de Carbono y Vidrio. El método utilizado es la realización de estudios teóricos y experimentales sobre el comportamiento del hormigón comprimido, donde se obtendrá información de la práctica de laboratorio, utilizando muestras de hormigón cilíndrico de distintos componentes, como los filamentos de vidrio, filamentos de carbono y revestimiento de acero (láminas o placas). Con el fin de someterlos a compresión y calcular su capacidad de soportar, frente a una probeta cilíndrica sin adicionar una fibra; para poder realizar el proyecto, comenzaremos a procesar a partir de normas legales por ejemplo NSR10, NTC (454, 673, 504, 550, 1377), También, existen referencias suplementarias que entre ellos tenemos la ayuda de expertos relacionados con este tema de información investigado. Como resultado, la muestra del hormigón con apoyo de fibra de vidrio exhibe la circunstancia de la armadura significativamente de reforzar la fuerza sometido a una carga comprimiendo al concreto. En relación sin utilizar una fibra de un concreto típico, se incrementa en aproximadamente un 45%; en relación con la resistencia teórica de 3000 psi utilizada. fuerza aumentada en un 38%. La fibra de vidrio destaca sus grandes características cuando coopera eficazmente con el

hormigón. Además, no va hacer solo que pueda soportar una cargar excesiva, también que definirá una metodología simple para perfeccionar el estado que tiene el hormigón, fácil de aplicar, eficiente y poder lograr sustituir al acero en diferentes circunstancias. Mejor precio y sencillo implementación. En conclusión, lo relevante de usar los filamentos, por lo cual se tomó lo del vidrio como apoyo para una composición del hormigón es estrechamente eficaz, gracias a sus propiedades es una opción que refuerza las propiedades estructurales del hormigón otorgando mayor rigidez y menor deformaciones al concreto, sometido a cargas a compresión. Además, utilizar estos filamentos se observó de acuerdo a las muestras, en el hormigón se vio un claro crecimiento en la resistencia a compresión respecto a su carga de rotura creciendo en una considerable carga última.

Ouedraogo, I. y Zapata, J. (2014). Realizo una investigación científica, donde el objetivo es de realizar una indagación de la reacción del concreto con fibras de vidrio en las propiedades más relevantes y aprender la atribución de la agregación de filamentos en diferentes proporciones. El método utilizado es la investigación teórica, característica y experimental sobre el comportamiento del hormigón a presión, en la que la información se obtendrá de la práctica del laboratorio de la universidad, utilizando probetas cilíndricas de hormigón y vigas de hormigón, y añadiendo materiales como los siguientes. Las fibras de vidrio, las hacen soportar fuerzas de compresión, flexión, tracción y elásticas; y parten de otras fuentes (por ejemplo, la participación de profesionales relacionados con el tema de investigación), y las comparan con otros cilindros para medir su resistencia. Resultados en la probeta fabricada con  $A/C = 0.585$ , en la parte de compresión del cilindro de 28 días, la resistencia se incrementó en 24.26% luego de agregar 0.05% de fibra de vidrio; luego que la fibra alcanzó este porcentaje, su resistencia comenzó a disminuir hasta que alcanzó el 5,73%. Usando una relación  $A/C$  de 0.523 en el cilindro de prueba, la proporción adecuado en la mejora de resistencia cuando se agrega 0.05% de fibra de vidrio casi alcanza el 13.84%, y se reduce al valor de 2.33% cuando se agrega 0.6% de fibra de vidrio. Con el hormigón con un intervalo de  $A/C = 0.435$ , su actuación es otra comparado con el anterior, pues inicialmente reduce la resistencia, luego aumenta

a un máximo nivel del 2% luego de agregar 0.3% de fibra de vidrio, después de esa cantidad de proporción la resistencia tiende a disminuir. Por lo cual podemos identificar gracias a que algunos datos nos dan una cantidad negativa a los 28 días de un concreto de semejantes propiedades y sin adicionar fibra. Para la prueba de flexión en la viga, cuando se utiliza la relación  $a / c$  de 0.523, su resistencia tiene un mayor aumento, obteniendo un valor tan alto como 43.20%, la cantidad de fibra de vidrio es 0.6%, que es igual a 0.05%, y la resistencia es tan alta como 33.55%, pero cuando se agrega 0.3% de fibra de vidrio, bajará a -6.92%. Para la prueba de tracción del cilindro por el método brasileño, al añadir el 0,6% de filamento de vidrio aumenta su resistencia al 29,95%, y la adición de 0,05% reduce su resistencia al 13,89%. En la prueba de elasticidad, el mejor resultado es que la relación  $a / c$  es igual a 0,523 y la elasticidad aumenta linealmente de 3,50% a 15,27%. En conclusión, las cantidades que nos otorga los datos que se realizó en el laboratorio nos explica que esto pueden cambiar al implementar un material para echar en la mezcla que no son tan conocidos en otras investigaciones, es decir, utilizar un material que se encuentra alrededor como los agregados de un tamaño requerido que es de 1", echar cemento Holcim y utilizar un nuevo refuerzo que en este caso es la fibra de vidrio D; por lo que se aconseja, utilizar otro material, se usen técnicas de control.

Enfedaque, A. y Gálvez J. (2015). Objetivo en esta tesis de comparar las propiedades mecánicas de GRC que se realizara un laboratorio para ver sus propiedades a diferentes ensayos en relación de doblar la reacción en una exposición al aire durante cinco años. El método es experimental: se realizará una muestra de la dosificación de mortero utilizada, usual en la elaboración de estos materiales directos. La fibra de vidrio tipo AR se utiliza para agregar un 5% del volumen de fabricación. La longitud de la fibra es de 3,81 cm. Después del endurecimiento, el tablero se despegó y se mantuvo en cámara climática a 20°C y 95% de humedad hasta 28 días. Posteriormente, se cortaron las muestras y luego se almacenaron algunas muestras en ambientes de laboratorio (30% de vapor de agua relativa, 20°C) incluso del instante de la prueba, mientras que otras se colocaron en medio atmosférico durante 5 años. El tamaño de la muestra es de 172x55 mm<sup>2</sup>. Los resultados se observó una

disminución de separación en las fichas que se obtuvo en el laboratorio mediante las pruebas que obtiene la curva de cargas-CMOD y curvas carga-flexión ubicado en la reacción desde la carga. Casi todo de estos ensayos logran obtener cargas superiores a 120N. Llegado al punto de finalización del ensayo se observó un punto de fisura que tuvo un aproximando de 2mm, que contenía a una aproximación de 7mm de flecha. En el transcurso de liberación la carga máxima se tiene una equivalencia, además que casi todos ellos que parte desde una descendencia de amortiguación era similar a una estructura vertiginoso propia que tiene un concreto sin fibras. En conclusión, el cambio de las propiedades del GRC se produce debido a los factores ambientales que se enfrenta el concreto FV a través de los 5 años. Además, estos datos que se obtuvo por medio de los ensayos realizados en laboratorio por diferente porcentaje adicionando una cantidad aceptable va a desarrollar un crecimiento de soportar y observar la energía externa.

Arango, S. y Zapata, J. (2013). El objetivo principal de esta titulación es determinar las propiedades mecánicas que se obtienen al añadir fibra de vidrio AR al hormigón mediante una serie de ensayos de compresión, módulo de tracción y elasticidad en trabajos de comparación. La metodología durante los porcentajes de fibras utilizadas en la fase experimentales fueron 0,5%, 1%, 1,5%, 2% y 2,5% del peso total de la mezcla resultante, también se realizó un estudio conceptual, recopilando toda la información existente sobre los aditivos y aditivos utilizados en el hormigón, especialmente el estudio de las fibras de vidrio, sus propiedades y sus efectos sobre el hormigón. Los Resultados que se obtuvo en la parte resistencia a compresión luego de agregar fibra de vidrio su reacción es similar a la fuerza de la mezcla de referencia con fibra añadida 0,5%, 1% y 1,5% de vidrio. Cada vez que se le adiciona los filamentos, la resistencia disminuye (los porcentajes de fibra son 2 y 2,5), que es mayor a los 28 días. Como se visualiza en los resultados la resistencia a compresión de mezclarse con él ha disminuido significativamente. Añadiendo un 2,5% de fibra de vidrio, la resistencia obtenida es un 53% menor que la muestra Referencia; esto puede deberse a que demasiada fibra no permite una buena Recubrimiento de cemento de agregado grueso. Agregar 2% a La resistencia a la compresión disminuyó en un 15%,

lo que puede ser causado por ella. Exceso de fibra en la mezcla. La resistencia a la tracción exhibe el comportamiento esperado, aumenta la resistencia. Al agregar fibra a los 7 y 28 días y en comparación con la mezcla de referencia, la resistencia a la tracción del 2,5% de fibra a los 28 días aumentó en un 36,66%; la mezcla que contenía 1% de fibra mostró un aumento del 11,66%. Cuanto mayor sea la cantidad de fibra, mayor será la ganancia de resistencia a la tracción. Sin embargo, se debe considerar que la inclusión de fibras afectará la procesabilidad (reducir Sedimentación), y para los porcentajes de fibra de 2,0% y 2,5%, la resistencia Compresión relativa a la mezcla de referencia. El módulo de elasticidad se obtuvo los resultados esperados en diferentes mezclas al momento de agregar 1% aumento el módulo de elasticidad a un intervalo de 16%, colocando un 1.5% y 1.2% su resultado arrojado es menor al módulo estimado que se hizo por lo cual no es tan conveniente utilizar más fibra, adicionando ya 2.5% no logra llegar ni a 36% hallado en la mezcla de referencia, esto se debe a su poca resistencia a compresión. Se puede sintetizar que los filamentos de vidrio como aditivo a la mezcla de hormigón tiene una contribución positiva a los tres parámetros estudiados al agregar 1% de fibra de vidrio a la mezcla. Si la cantidad de fibra usada es menor a la cantidad especificada, no afectará a cualquier mezcla de referencia. Sin embargo, si se implementan con abundancia, ha comenzado en alterar a la mezcla en diversos aspectos, sobre todo en la resistencia a compresión, módulo elástico y trabajabilidad, pero en cierta medida también tiene un aporte positivo en tensión está tratando de oponer una mezcla con cierto porcentaje de ad balanceados de fibra de vidrio, lo que tendrá un impacto positivo en los parámetros analizados. En términos de resistencia a la compresión, logra una ganancia casi nula del 3%, y en términos de tensión, logra 11,66% Ganancia significativa.

Amaya, S. y Ramirez, M. (2019). En esta investigación se tuvo como objetivo de Observar la actuación mecánico del hormigón reforzado con filamentos adicionando un material novedoso que brinde buenas características para fortalecer la estructura mediante ensayos de compresión y flexión. La metodología se va realizar de tipo aplicada, por lo cual va hacer de diseño experimental, se utilizaron algunos materiales innovadores que pocos se usan, lo cual son filamentos que serán llevados a prueba en

el laboratorio, los filamentos que ellos seleccionaron son: Fibra PET, fibra de acero, fibra de vidrio y fibra de cáñamo. La elección de estos materiales se basa en la facilidad de obtención de los mismos, además, debido a su diferente composición y longitud, existen diferencias importantes en los ensayos realizados en cada muestra. Luego de obtener la cantidad requerida de fibra para cada material, se prepararon las mezclas respectivas para preparar las muestras de concreto. Fabricamos treinta y cinco (35) cilindros, de los cuales solo usamos treinta, porque los cinco restantes solo se usaban como repuestos por si acaso, y había diez (10) vigas de concreto. Los resultados muestran que la fibra que produce mejor resistencia a la compresión es la fibra de acero y la fibra de vidrio. La diferencia entre los resultados es muy pequeña. El punto interesante de estos resultados es observar la curva que produce la fibra de vidrio. Después de curar durante 7-14 días, la diferencia casi no hay crecimiento en la resistencia a compresión, a diferencia de otras pruebas, la curva tiene un aumento significativo en cada fecha de curado. Para las vigas sometidas a la prueba de flexión en el proyecto, al analizar la tabla, podemos ver que la fibra de acero es casi doble que el hormigón sin refuerzo para soportar la carga de flexión. De igual forma, la fibra de PET y cáñamo logró obtener un mejor módulo de ruptura Al igual que la fibra de vidrio, la capacidad de flexión se reduce cuando se cura durante 28 días. En conclusión, las características de las fibras tienen un gran impacto en el comportamiento del hormigón cuando se utiliza como refuerzo, es decir, la cantidad de materiales mezclados añadidos, la longitud de las fibras y especialmente el material de cada fibra. En el caso concreto de este estudio, aunque se agregue la misma dosis a la mezcla, la longitud de la fibra no es la misma en todos los casos, lo que nos traerá un margen de error inesperado. En cuanto a obtener una mayor resistencia a los 28 días, las fibras con mejores propiedades de compresión son las fibras de acero y vidrio. Sin embargo, la diferencia de resistencia obtenida en el hormigón convencional no es muy grande, por lo que se puede determinar que las fibras comprimidas, al menos en las condiciones de trabajo de este trabajo, no harán una contribución significativa y se consideran buenas en este trabajo de medición.

Liu, Kai-Wen, Yue, Fei, Su, Qian, Zhou, Chuanbin, Xiong, Zhipeng y He, Yi (2020). This article Objective the purpose of this article is to study the mechanical properties of fiberglass reinforced aerated concrete with different fiberglass content through a series of laboratory experiments, in order to obtain the target density of fiberglass reinforced aerated concrete. and the best value of fiberglass content. The method used in this work is experimental based on the application of its research design, so in order to study the performance of the FRFC filled bridges method, a series of uniaxial compressive strength tests (UCS) and split tensile tests of aerated concrete. Glass fiber content analyzes were performed to obtain the main FRFC parameters. The fiberglass used in the test has a diameter of 14 mm and a length of 6 mm. The results show that filling the access bridge of the high-speed rail bridge with fiberglass aerated concrete can significantly improve the performance of the access bridge (horizontal displacement and ground settlement are reduced by 58% and 21% respectively compared to the control group), and can significantly reduce the performance of the approach bridge. At the same time, the basic processing cost is reduced by 19%. Conclusion Through a series of laboratory experiments, the mechanical properties of FRFC with different glass fiber content were studied and the best glass fiber content was obtained. Compared to the case of using traditional GCS, the use of FRFC to fill the bridge method can significantly reduce the horizontal displacement of the abutment by 58% (5mm vs. 11.8mm), even if the treatment plan of the foundation is reduced by 19%.

НИИЖБ (2014). Целью данного исследования является предоставление рекомендаций при расчете бетона со стекловолокном с учетом механических и физических свойств конструкции из этого материала. Методология этого исследования является прикладной и экспериментальной, поскольку нам необходимо знать важность добавления этого материала в бетон, поэтому возможность использования стекловолокна для армирования бетонных конструкций должна быть минимальной. специфические свойства этого. материал - стекловолокно имеет более высокую прочность (стеклопластик боросиликатного алюминиевого состава диаметром 9-11 мкм - 20-25 тыс. гс /

см<sup>2</sup>); Арматура из стекловолокна обладает высокой химической стойкостью и стойкостью к электрическому порезу, низкий модуль упругости снижает величину потерь при ее предварительном напряжении; В некоторых случаях может использоваться этот тип немагнитной и радиопрозрачной защиты. Результатом железобетона является особая бетонная конструкция с высокой устойчивостью к воздействию агрессивных электроизоляционных конструкций, несущих среду. Рекомендуются линейные или кольцевые элементы продольной арматуры, в некоторых случаях допустимо тянуть линейную арматуру. Кроме того, использование армирования стекловолокном для многих рам, находящихся под напряжением, сетчатых фланцев в большинстве случаев нецелесообразно. В заключение, стеклопластиковые конструкции целесообразно изготавливать из различных видов специальных бетонов, в которых более эффективно используются специфические свойства стекловолоконной арматуры, а также обеспечивается ее химическая стойкость под воздействием внешней среды, в том числе среды бетона. сам. Расчетные характеристики этих бетонов для экстремальных состояний с учетом данных о составе бетона, условиях производства и т. Д., Принятых по специальным инструктивным материалам.

邓宗才;陈海龙 (2019)。该项目的目的是了解不同混合比的耐碱分组玻璃纤维混凝土的机械韧性。所使用的方法是应用类型的，并且是实验设计的。不同体积混合比点缺口梁断裂试验。分析了纤维含量对耐碱分组玻璃纤维混凝土力学性能的影响，并与相同体积含量的粗钢纤维和聚烯烃纤维混凝土进行了比较。分析了纤维掺率对耐碱集束型玻璃纤维混凝土力学性能的影响规律,并和同体积掺率的钢纤维和粗聚烯烃纤维混凝土进行比较。结果,耐碱集束型玻璃纤维体积掺率为0.75%时,弯曲韧性值和峰值强度比素混凝土分别提高了191.73%和11.47%,断裂韧度和断裂能比素混凝土分别提高了28.16%和268.69%,该掺率下耐碱集束型玻璃纤维混凝土弯曲韧性指标和断裂力学指标增幅较大。结论,试验表明:耐碱集束型玻璃纤维混凝土轴拉性能优于同体积掺率的粗聚烯烃纤维混凝土轴拉强度和极限拉应变均略高于同体积掺率的钢纤维混凝土。

García, Bleger (2017). El objetivo es de calcular la fuerza a la compresión que puede soportar el concreto corriente  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con añadir las fibras de vidrio y presupuesto de elaboración. La metodología que se va usar es de diseño experimental, por lo tanto se realizara un diseño de mezclas que se elaboró gracias al método del Comité 211 del ACI, por lo la fuerza a la compresión que soportara el hormigón de diseño se plantea 210 kg/cm<sup>2</sup> (a los 28 días), luego se va a elaborar el concreto que se vaciara a los moldes necesarios para hacer los ensayos; estos ensayos que se realizaran son e ensayos en estado fresco del concreto, ensayo de asentamiento en el cono de Abrams, ya luego secado se realizara el ensayo de resistencia a compresión. Los resultados muestran que agregando 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra de vidrio, la resistencia a la compresión aumenta en 6.65%, 2.26% y 1.26%, respectivamente. El costo unitario de 1m<sup>3</sup> de material de concreto libre de fibra de vidrio es de S /.283.83 y con 0.025% fibra de vidrio es S /. 275.48, lo que equivale al 97.06% del concreto ordinario, por lo que el costo del concreto se reduce en un 2.94%. Los resultados muestran que al incorporar los filamentos de vidrio realiza un efecto en la consistencia del hormigón. Se observa que el valor de asentamiento del concreto estándar es de 3.65", el cual se reduce en 3", 2.4" y 1.95" con 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra de vidrio, respectivamente. En resumen, la incorporación de 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra de vidrio, la resistencia a la compresión es superior a la del concreto ordinario, reduciendo los costos de producción en todos los controles.

Tejada, E. y Salvatierra, L. (2019). El objetivo es de conocer el efecto de la fibra de vidrio tipo E en el ensayo de una resistencia a la comprimida, torcedura, e impregnación de un concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>. La metodología la basado a esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, por lo que se recolectara la información precisos para indicar la hipótesis ofrecida mediante una comprobación y análisis numérico. Se uso un estilo de estudio Aplicada, por lo que se sacara información de otros autores que anteceden el proyecto que explican su estado físico y mecánico, así como en su reacción químico, para después utilizar esto en proyectos de edificación, educativos, seguridad y recreativo, y obtener efectos que satisfacen a una parte del cliente contratado, a la población y al medio ambiente, tiene como objetivo solucionar

contrariedades revelados en la contemporaneidad. Este estudio está diseñado como un estudio experimental puro. El diseño solo tiene grupos de control y posprueba. Al comparar el diseño de mezcla estándar y el diseño de mezcla con diferentes porcentajes de fibra de vidrio E, la fuerza de apriete previo del 3%, 5% y 7% es en 7, 14 y 28 días de curado para medir las propiedades mecánicas del estudio, como resistencia a la compresión, resistencia al pandeo y resistencia a la absorción. Se medirá la dosis obtenida por el método ACI, y los datos Se extraerán de la prueba de agregados y materiales para determinar estas propiedades mecánicas. Como resultado, se puede determinar que el hormigón original cumple con todos los estándares establecidos por la norma Perú y cumple con el 3% de igual manera, aunque se reducen las propiedades de flexión y compresión de 5% y 7%, la absorción aumenta. En síntesis, se miden las propiedades físicas del agregado fino. El módulo de finura es 2.62, el tamaño de partícula máximo nominal es No. 8, el contenido de humedad es 1.67%, la gravedad específica es 2.40 g / cm<sup>3</sup>, la tasa de absorción de agua es 4.90%, y el peso seco promedio. El método suelto y la compactación son respectivamente 1561 Kg / m<sup>3</sup> y 1773 kg / m<sup>3</sup>; como agregado grueso, el módulo de finura es 6.87, el tamaño de partícula máximo nominal es 1/2", el contenido de humedad es 1,33%, y la gravedad específica aparente media es 2,60 g / cm<sup>3</sup>, la tasa de absorción de agua es 1,99% y el peso unitario seco medio para el método suelto y la compactación son 1548 kg / m<sup>3</sup> y 1689 kg / m<sup>3</sup>, respectivamente.

Avellaneda, Andrea (2019). En la mayoría de los países / regiones, la edad estándar para medir la resistencia mecánica del hormigón es de 28 días, aunque existe una tendencia a aumentar esta fecha a 7 días. La resistencia mecánica generalmente se determina en un período de tiempo diferente a los 28 días, pero generalmente es solo como referencia. En este caso, las edades más comunes pueden ser 1, 3, 7, 14, 90 y 360 días. En algunos casos, según las características de la obra, esta determinación no solo es informativa, sino también normativa, por lo que se estipula en las condiciones del contrato.

SENAMHI (2020): El Perú es conocido como el país subtropical árido en el continente de Sudamérica, en los meses de setiembre y abril son generalmente los días más

lluviosos por lo que se presentan la cantidad de humedad excesiva en la parte costera del país, el periodo húmedo con mayor intensidad solo dura 3.7 meses, que inicia desde 24 de diciembre hasta 16 de abril, durante en ese intervalo de tiempo el clima es bochornoso, opresivo o insoportable por los menos el 17% del tiempo; por lo cual la presencia de esto ha ocasionado múltiples accidentes o colapsos de edificios. En las estaciones de primavera a verano es la presencia de humedad más intensa de acuerdo a la estadística nos dio la probabilidad de tener un día húmedo del 95% con una precipitación de 6.16mm y su climatología es de 3.14mm, esto fue registrado en el año 2017.

Serrano, Paula (2019). La mayoría de los daños y problemas que se presentan en la estructura de un edificio es la presencia del agua. Un elemento que a simple vista no se ve muy relevante, sin embargo, su presencia ha hecho muchas lesiones o como causa de deterioro, por lo cual se debe controlarse, como realizando mantenimiento o un buen diseño y ejecución; por lo cual si no corregiré inmediatamente puede afectar a la funcionalidad de la resistencia de los materiales, la habitabilidad en la parte interna afectando mucha la salud de las personas, como la reducción de calidad de aire y por ultimo afectar la seguridad ya que la filtración de la humedad va a provocar oxidación en los refuerzos del hormigón.

CAPECO (2016). El diseño y dosificación de la mezcla se refiere al uso de la cantidad adecuada de materiales que mezclaremos para realizar cuidadosamente los elementos de hormigón de acuerdo con las especificaciones requeridas, es decir, determinar la cantidad necesaria de cada componente. Esto se hace a partir de unos cálculos. Estos cálculos comienzan con Las dimensiones de los elementos específicos se realizan a partir de tablas estandarizadas que indican los ingredientes necesarios para determinar el tipo de mezcla. Del mismo modo, el hormigón se compone principalmente de cemento, áridos y agua. Debido a los pasos y cálculos directos y lógicos realizados por CAPECO (página 12), también contendrá una cierta cantidad de aire atrapado, y también puede contener aire incorporado intencionalmente mediante el uso de aditivos o cemento aireado. (Observar en Tabla N ° 1 y Tabla N ° 2).

Tabla 1: Dosificación de proporción de materiales directos por 1m<sup>3</sup> de hormigón

CUADRO I					
f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Proporción c:a:p	MATERIALES POR M <sup>3</sup>			
		Cemento (bolsas)	Arena (m <sup>3</sup> )	Piedra (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
140	1 : 2,6 : 3,2	7,01	0,51	0,64	0,184
175	1 : 2,6 : 3,2	8,43	0,49	0,61	0,184
210	1 : 1,7 : 2,2	9,73	0,48	0,60	0,185
245	1 : 1,4 : 1,8	11,50	0,45	0,58	0,187
280	1 : 1,0 : 1,5	13,34	0,40	0,58	0,188

Fuente: CAPECO (2016).

Son considerados para una dimensión permitido del agregado de ¾”, un asentamiento (SLUMP) de 4”. Módulo de Finura mudable entre 2.40 a 3.00 acorde crece la resistencia del concreto.

Tabla 2: Dosificación utilizadas mayormente en construcciones

CUADRO II.- PROPORCIONES USUALMENTE UTILIZADAS EN CONSTRUCCIONES (con cifras redondeadas)								
f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	a/c	Slump (pulg)	Tamaño Agregado (pulg)	Dosificación en volumen	MATERIALES POR M <sup>3</sup>			
					Cemento (bolsas)	Arena (m <sup>3</sup> )	Piedra (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
140	0,61	4	¾	1 : 2,5 : 3,5	7,01	0,51	0,64	0,184
175	0,51	3	1/2	1 : 2,5 : 2,5	8,43	0,54	0,55	0,185
210	0,45	3	1/2	1 : 2 : 2	9,73	0,52	0,53	0,186
245	0,38	3	1/2	1 : 1,5 : 1,5	11,50	0,50	0,51	0,187
280	0,38	3	1/2	1 : 1 : 1,5	13,34	0,45	0,51	0,189

Fuente: CAPECO (2016)

El diseño de mezcla se define como pasos dependientes que se deben seguir para llegar una proporción, deben tener cantidades adecuadas de cada elemento que permitan generar el comportamiento previsto en proyecto. Por lo general esto se

realiza cuando en concreto se encuentra fresco, para poder hacer el diseño, tenemos dos métodos utilizar la tabla del CAPECO que utilizó a base sus criterios o seguir un patrón de la norma ACI COMITÉ 211, que nos otorga datos para poder calcular la dosificación, a continuación, observaremos un criterio general de diseño de mezclas por el método ACI.

*Tabla 3: Cantidad necesaria entre relación agua / cemento para una determinada resistencia a compresión del concreto*

<b>Relación agua / cemento por peso</b>		
<b>Resistencia a la compresión a los 28 días kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Concreto sin aire incluido</b>	<b>Concreto con aire incluido</b>
<b>420</b>	0.41	--
<b>350</b>	0.48	0.40
<b>280</b>	0.57	0.48
<b>210</b>	0.68	0.59
<b>140</b>	0.82	0.74

**Fuente:** ACI COMITÉ 211

Rafa, R. (2020) La resistencia a la compresión es una medida de uso común de la calidad del hormigón porque es fácil determinar la medida de cuantificación. La resistencia a la compresión es inversamente proporcional a la analogía agua-cemento. Para el hormigón completamente comprimido hecho de agregados finos e intactos, bajo determinadas condiciones de trabajo, la resistencia y otras típicas características favorables que tiene el hormigón dependen de la cantidad de agua mezclada utilizada por unidad de cemento (página 10).

Para diseñar mezclas de hormigón, se deben comprender las propiedades físicas de los materiales utilizados para preparar el hormigón

*Tabla 4: Fichas del Laboratorio a través la Norma ACI 211*

1. <b>Peso específico del cemento</b>	3.15
2. <b>Módulo de finura de la arena</b>	2.70
3. <b>Peso específico de la arena</b>	2.36
4. <b>Absorción de la arena</b>	5.28 %
5. <b>Humedad de la arena</b>	8.00 %
6. <b>Peso específico de la grava</b>	2.33
7. <b>Tamaño máximo de la grava</b>	19 mm. (3/4")
8. <b>Peso volumétrico de la grava</b>	1450 kg./m <sup>3</sup>
9. <b>Absorción de la grava</b>	4.50 %
10. <b>Humedad de la grava</b>	2.70 %

**Fuente:** Noma ACI 211

Para obtener los datos que se visualiza en el cuadro 4 se debe seguir una cierta pasos que están establecidos de acuerdo a las Normas NMX y/o ASTM

Para ello debemos tener en cuenta los pasos de modelo de mezcla por el método ACI 211:

\*Paso 1: Propiedades y detalles: Aquí se deben identificar qué aspectos nosotros vamos a utilizar para la dosificación de los componentes del concreto reforzado.

- ✚ Tipo de elemento estructural.
- ✚ Estado Climático a la que estará expuesto el componente.
- ✚ Resistencia Estimada a los 28 días.
- ✚ Separación requerida entre los refuerzos que se implementara.
- ✚ Penetración o sin aire.
- ✚ Implementación o no uso aditivo.
- ✚ Revenimiento.

\*Paso 2: ya teniendo en cuenta la resistencia que se espera a los 28 días ( $f'c$ ), se sobresalta por usar factor de seguridad según lo que establece a las tablas 5 y 6.

Tabla 5: Cuando se dispone de menos de 30 ensayos se va usar el Factor de Modificación para una desviación estándar.

Cantidad de ensayos	Factor de modificación para la desviación estándar
Menos de 15	Usar la Tabla (poner la cantidad)
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00
Intercale para cantidad de ensayos que están en el medio de los factores	
Desviación estándar modificada, por lo que se va a determinar la resistencia promedio necesario.	

**Fuente:** Noma ACI 211

Esta tabla nos ayuda a con conocer la variación del concreto mediante la carga que se va a someter a diferentes fuerzas hasta llegar a la resistencia que se requiere.

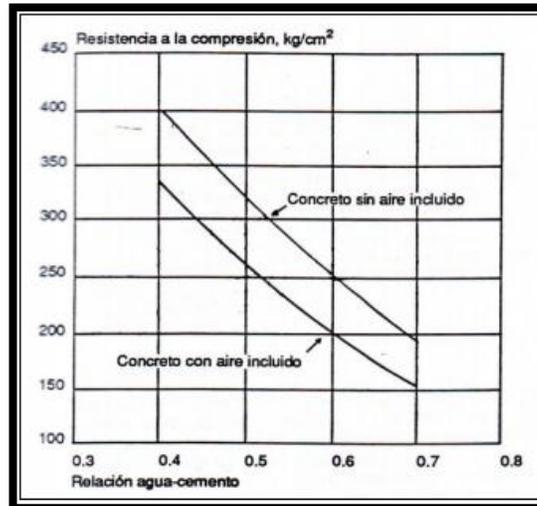
Tabla 6: Resistencia a la compresión promedio requerida cuando no disponemos de datos para conocer una desviación estándar

Resistencia a la compresión específica ( $f'c$ , kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión requerida promedio ( $f'c$ , kg/cm <sup>2</sup> )
Menos que 210	$f'c = 70$
210 a 350	$f'c = 85$
Mayor que 350	$f'c = 100$

**Fuente:** Noma ACI 211

\*Paso 3: Ya conocido la resistencia a la compresión que requerimos, se precisa la relación Agua Cemento por medio de gráficos que se intercalan. Resistencia a la compresión entre las Relaciones Agua-Cemento, como se visualiza en la Figura 1.

*Figura N° 1 Curva típica de resistencia de mezclas de prueba datos de campo*



**Fuente: Noma ACI 211**

\*Paso 4: Se calcula la proporción de líquido en la mezcla: la proporción del líquido necesario dependerá del Tamaño Máximo del Agregado, de la textura del material, por medio de la granulometría de los agregados, temperatura del hormigón, como también el uso de implementar aditivos. Según lo que establece la siguiente Tabla 7

Tabla 7: Los requisitos aproximados de contenido de agua mezclada y contenido de aire requerido para diferentes asentamientos y tamaño máximo de agregado.

Revenimiento (cm)	Agua (kg/m <sup>3</sup> ) para el concreto según el tamaño máximo nominal del agregado (mm)							
	*9.5	*12.5	*19.0	*25.0	*38.0	*50.0	*50.0+	*150+
2.5 a 5.0	207	199	190	179	166	154	130	113
7.5 a 10.0	228	216	205	193	181	169	145	124
15 a 17.5	243	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire en concreto sin aire incluido (%)	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta proporción de añadir líquido a la mezcla se usa para incorporar en la formula de la cantidad del cemento para mezclas de ensayos a una temperatura de 20° a 25° C.</li> <li>• Son números máximos para agregados gruesos angulosos, razonablemente bien compactados y con granulometría que estén entre los límites aceptados por la ASTM C33</li> <li>• Al utilizar Aditivos para reducir el excesivo cantidad de agua se debe seguir de acuerdo al ASTM C494 para tener un porcentaje de 5% o más. El volumen de los aditivos debe ser tomadas como porción del volumen del agua de mezclado.</li> <li>• Para alcanzar revenimiento mayores de 18 cm y TMA &lt; 25 mm, se recomienda de implementar aditivos que reduzcan la cantidad de líquido.</li> <li>• Los datos de revenimiento para el hormigón con agregado mayor de 40 mm son por medio de ensayos de revenimiento luego de haber eliminado el espesor mayor de 40 mm mediante cribado húmedo.</li> </ul>								

Fuente: Noma ACI 211

\*Paso 5: Con la fórmula de la regla de tres simple se conocerá la proporción real del cemento.

$$\frac{A}{C} = X \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde: A = Agua

C = Cemento

X = Relación Agua- Cemento

\*Paso 6: Porción de Agregado Grueso: Es estimado de acuerdo a la Tabla N°8 que se muestra a continuación. Por lo cual ya podemos tendríamos que tener el valor Máximo del agregado, el módulo de finura de la arena y el peso volumétrico del Agregado Grueso.

*Tabla 8: Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto*

Textura máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso Varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8")	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2")	0.59	0.57	0.55	0.53
19 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.60
25 (1")	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2")	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3")	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6")	0.87	0.85	0.83	0.81

**Fuente:** ACI COMITÉ 211

\*Paso 7: Agregado Fino: Aquí podremos conocer por medio de la diferencia de volumen absoluto por 1m<sup>3</sup>.

Agua + Cemento + Agregado Grueso = Volumen Conocido

1m<sup>3</sup> – Volumen Conocido = Agregado Grueso

Ya teniendo este dato los volúmenes de cada material se va a realizar las correcciones por humedad tomado en cuenta el líquido puede disminuirse o aumentar el vapor de agua los agregados, así como calcular cada componente para un explícito volumen de hormigón.

Aguilar, O., Rodríguez, E. y Sermeño, M, (2009) La dosificación es un procesamiento de conocer la cantidad necesaria y de pesar o medir por volumen e introducir los componentes de la mezcla de hormigón en el mezclador. Para producir hormigón de calidad constante, los ingredientes de cada mezcla deben medirse con precisión. Debido a la inexactitud al medir agregados (especialmente arena verde), la mayoría de las especificaciones requieren la medición por peso en lugar de volumen. El uso de un sistema de medición basado en peso proporciona una mayor precisión y simplicidad, y evita los problemas causados por grandes cantidades de arena húmeda. (Pág.54). El agua y los aditivos líquidos se pueden medir con precisión por volumen o peso. La medición de volumen se utiliza para hormigón mezclado en mezcladoras continuas y ciertos trabajos sin equipo de pesaje.

Se utiliza un mezclador para asegurar que este hormigón sea uniforme. Estos consisten principalmente en un recipiente de metal llamado tambor con paletas en su interior. Para este mezclado, cuando se levanta cada parte del hormigón, se hace girar a su vez por la paleta cuando se usa el equipo de rotación llamado tambor, por tal motivo, llega un límite determinado, por repetición de giro, se vierten al fondo para mezclar con el otro. partes hasta que la formación sea uniforme de grumos.

El hormigón se puede describir como la combinación del cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y el agua mezclados entre cantidades necesarias con el fin de conocer ciertas características predeterminadas, en esencial la compresión. La respuesta química entre el cemento y el agua une los átomos del agregado para formar un componente diverso. Usualmente, se añaden ciertas materias citadas aditivos para optimizar o cambiar ciertas propiedades del hormigón.

Choque y Paye (2019) La mezcla íntima de componentes tradicionales del hormigón produce una sustancia plástica que se puede formar y compactar con relativa facilidad;

pero poco a poco va perdiendo esta característica hasta que se endurece y comienza a adquirir una apariencia sólida a las pocas horas, comportamiento y características, y eventualmente convertirse en un material de hormigón con resistencia mecánica. (Pág. 14).

La principal propiedad estructurales del concreto es que puede soportar a pesos o cargas de un gran volumen. Pero su resistencia a la tracción y el esfuerzo cortante son relativamente bajos, por lo que debe usarse cuando el esfuerzo cortante o de tracción es muy bajo. Para determinar la resistencia, se realizó una prueba mecánica (prueba de fractura) en la probeta de hormigón. (Owen, J. 2010, pág. 17)

Según la norma técnica E-070 del Reglamento Nacional de Edificación, el operador utilizado en los elementos de contención antes mencionados debe tener una resistencia superior o igual a 175kg/cm<sup>2</sup>. Pero Seguro J. (2021) nos dice: ¿Cuál es la resistencia del discurso normativo? Revisa la resistencia mecánica del hormigón a compresión ( $f'c$ ). La resistencia mecánica que debe tener el hormigón para cada obra está indica en el plano estructural, por lo que el responsable de realizar la obra debe asegurarse de que el hormigón colocado en el mismo se ajusta a este reglamento.

La historia de GRC se diseñó originalmente en Rusia, “En la década de 1940, se intentó reducir el espesor de las piezas de hormigón y hacerlas aptas para el revestimiento de paredes exteriores; por esta razón, las barras de acero fueron reemplazadas por hebras de fibra de vidrio, que no requieren este tipo de protección, por lo que la obtención de un panel más delgado (otra teoría), no hay registro, pero muestra que la aparición de la fibra de vidrio fue para salvar el acero para la industria militar durante la guerra. La Segunda Guerra Mundial (Morales, S., 2008, página 16).

*Figura N° 2: Fibra de vidrio*



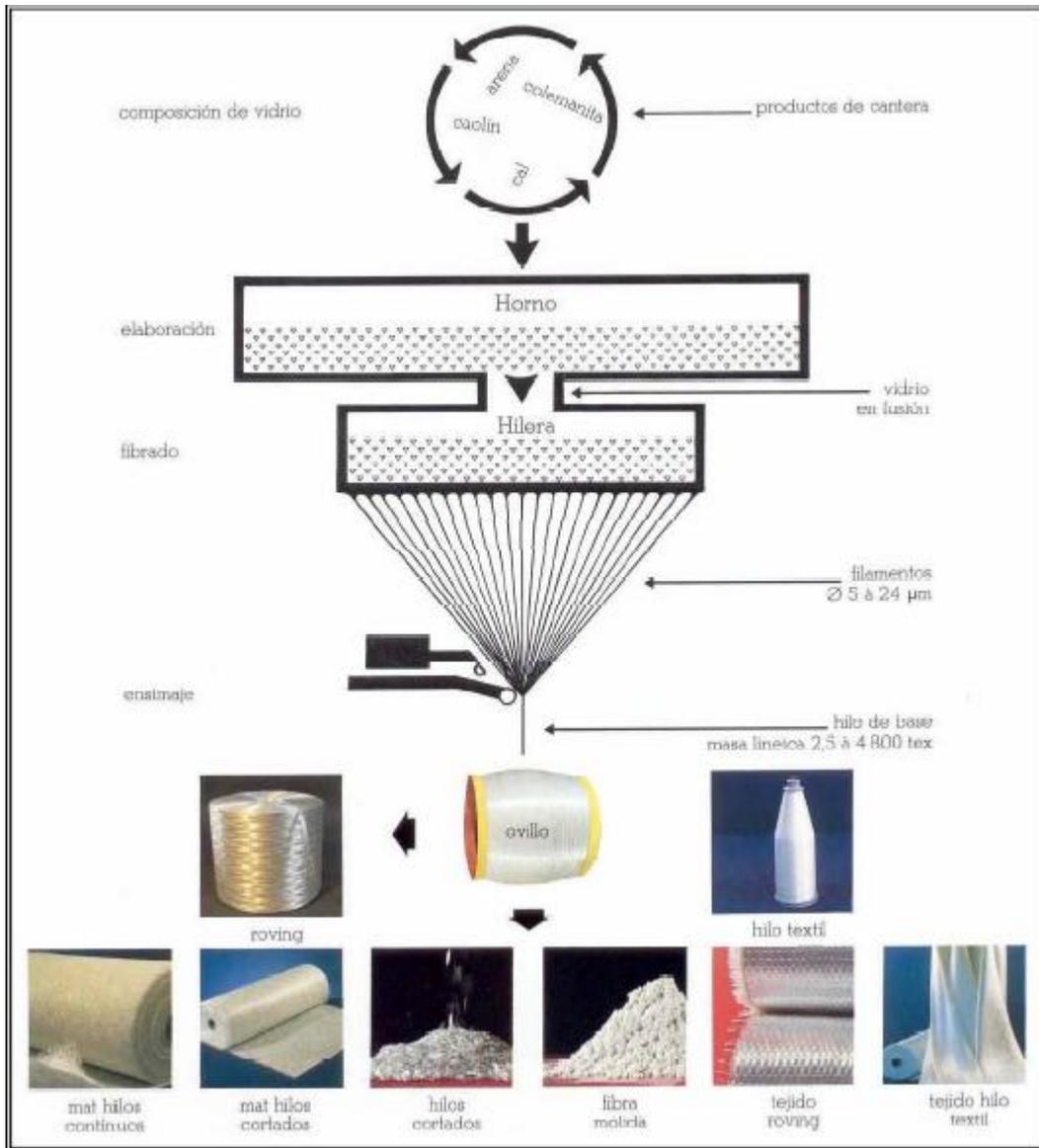
**Fuente: OMEGA PERU S.A.**

Gracias estos científicos que realizaron múltiples investigaciones produjeron la Fiberglass y crearon el producto que ahora conocemos como fibra de vidrio.

La fibra de vidrio es un componente elaborado por filamentos muy delgados de cristales, lo cual esas fibras podrían ser considerable más finos que un pelo de una persona puede semejar a la textura de una seda, están elaboradas con sílice, cal, alúmina y magnesia. Son calorífugo, permeables y sustancias estables; resistentes a la presencia de insectos, roedores y hongos. (Choque y Paye, 2019, Pág. 41)

Además, su fabricación es obtenida al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos en dirección vertical, ya cuando el vidrio se solidifica tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra. Este proceso lo podemos observar a detalle gracias al esquema de fabricación en la figura N°3

Figura N° 3: Esquema de la fabricación de la fibra de vidrio



Fuente: SIESA Soluciones Inteligentes

Algunos datos también por saber de esta fibra son:

Tabla 9: Principales propiedades de la Fibra de Vidrio y Grupos de Fibra

PROPIEDADES DE LA FIBRA	TIPOS DE FIBRAS
Es altamente resistente a la tracción	Tipo E: es el tipo de fibra más empleado, se caracteriza por sus propiedades dieléctricas.
Es muy maleable	
Posee muy bajo peso	

Es muy buen dieléctrico	Tipo R: se caracteriza porque tiene muy buenas prestaciones mecánicas.
Es muy buen aislamiento térmico	Tipo D: su principal características es su excelente poder dieléctrico, de ello su aplicación en radares
Es Inerte a muchas sustancias, incluyendo los ácidos.	
No es combustible	Tipo AR: posee un alto contenido en oxido de circonio, el cual les confiere una buena resistencia a los álcalis.
No produce gases tóxicos	
Es imputrescible	Tipo C: Se caracteriza por su alta resistencia a agentes químicos.
Soporta altas temperaturas	

**Fuente:** Vila, Euclides (2019)

Aparte de conocer las ventajas que tiene esta fibra de vidrio Tipo E es esencial conocer sus otras cualidades y conocer más de otros tipos de fibra de vidrio, por lo tanto, se mostrará a continuación una Tabla que nos explicará más a detalle.

*Tabla 10: Tipos de Fibra de Vidrio*

	<b>Definición</b>	<b>Composición</b>	<b>Características</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>Tipo E “El Pionero”</b>	Es una fibra orgánica más utilizado en diferentes industrias, y su bajo costo de comercialización, lo que representa significativos ahorros para las empresas	Contiene óxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de calcio, óxido de magnesio, óxido de boro y una cantidad pequeña de álcalis.	Son dieléctricas y un peso que oscila entre los 2.6 gramos por centímetro cúbico. resistencia a los disolventes, su fuerza a la tracción, absorbe poca humedad	Son usados para composites para componentes de vehículos, para utensilios o aparejos para la práctica de deportes y además sirven como aislantes
<b>Tipo R “Altas cualidades Mecánicas”</b>	Fue originado debido a los centros de aviación, satelital y militar; su peso específico es de 2.53kg/cm <sup>3</sup>	Está compuesta de un 60% SiO <sub>2</sub> , 25% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 9% CaO y 6%MgO	De alto desempeño mecánico en relación a fatiga, temperatura y humedad	Es usado mayormente por mejorar las láminas de helicópteros, suelo de aviación, pozos de combustibles de aviones,

				proyectiles y lanzadores de proyectiles
<b>Tipo D</b> "características dialécticas muy buenas"	Son muy aislantes y se utilizan como un componente inpenetrable a transmisiones electromagnéticas, que cuentan con características muy relevantes en métodos de propiedades dieléctricas.	Está compuesta de un 73-74% óxido de silicio, y 22-23% óxido de boro.	Posee muy buenas propiedades dieléctricas y que gracias a sus propiedades es resistente al fuego	Es utilizado para componentes permeables a las señales electromagnéticas, para aparatos, ventanas electromagnéticas, plantillas constante de gran escala.
<b>Tipo AR</b> "Resistente a álcali"	Fue creado especialmente para el refuerzo de morteros y hormigones; esto significa que las piezas fabricadas con hormigón reforzado con estas fibras, pueden tener un peso menor	Lo que conforma a este material es principalmente óxido de zirconio, por eso es capaz de entrar en contacto con compuestos alcalinos sin que sufra daños.	Da módulos renovados de ruptura y flexibilidad con buena estabilidad. Esto significa que el modelado hecho en cemento con refuerzo de vidrio va hacerse más ligero.	Se utiliza como fibra de refuerzo en morteros a base de cemento, sustitución de amianto en tejados, paneles de techadas, piezas de recubrimiento.
<b>Tipo C</b>	Reconocido porque tiene una mayor resistencia a la corrosión que el Tipo E, sin embargo, es más costoso y se considera como un vidrio intermedio entre el A y el E.	Se elabora con un 60 a 72% de óxido de silicio, de 9 a 17% de óxido de calcio y óxido de magnesio, además de un 0.5 a 7% de óxido de boro.	Tiene una alta resistencia química, son resistentes a la fisuración y agrietamiento como la corrosión	Se utiliza para fabricar tuberías, porque no se oxida. Además, se encuentra en las torres de refrigeración, en los tanques para el almacenamiento de agua.

Fuente: Villamudria, Sandra (2014), Pág. 8-9

Las principales Bases Legales que debemos tener en cuenta para poder realizar ensayos de concreto y también en conocer si el material es toxico, todo esto para no tener problemas legales, por lo tanto, los que se van usar son:

Norma ASTM Internacional (American Society for Testing and Materials) se define como una de las organizaciones internacionales de elaboración de normas más reconocidas global. Es la más importante organización científica y técnica para el regir, y la expansión de normas relativas a las propiedades y tributos de materiales, productos, técnicas y mercados. (Ramos, C., 2019, Pág. 18).

La norma ASTM C 1116, se basa básicamente de tratar en las Técnicas para Cal y hormigón, describe a los filamentos que son: "Fibras delgadas y alongados de una estructura de manera gavilla, red o la textura de un cabello, considerado como un componente del ambiente o producido que suele desarrollarse a través de reparti mediante de un equipo mezcladora del hormigón fresco." El ACI 544 estima que los filamentos en el implemento al concreto las fibras de refuerzo deben ser de cristales, las fibras sintéticas, las de acero y el plástico. (Huamán, A., 2015, Pág. 26)

La norma ACI 522 R.10, en esta parte de la norma ACI nos explica detallada mente con la información sobre el hormigón permeable, donde nos brinda pasos para hacer las proporciones de los materiales en el diseño de mezclas. (Ramos, C., 2019, Pág. 18).

La norma ACI 211.3R-02, brinda una información que deben seguirse para el modo de modelar las proporciones del concreto con la prueba de slump. (Ramos, C., 2019, Pág. 18).

EPA (Environmental Protection Agency) Es una agencia del gobierno federal de Estados Unidos que tiene la finalidad de proteger la salud humana y, cuidar y conservar el medio ambiente, como los principales ambientes que es el aire, agua y suelo. (Ramos, C., 2019, Pág. 18).

El IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer), es una organización internacional, por lo cual pertenecen a la Organización Mundial de la Salud de las

Naciones Unidas. Por lo cual, a través de sus estudios, afirmaron que la fibra de vidrio no produce cáncer, por tal motivo se escogió este material para realizar el proyecto de investigación.

El Reglamento Nacional de Edificaciones de E060 - Concreto Armado determina y nos indica la condición y requerimiento esenciales para el estudio y comprensión, además el modelo, componentes, edificación del manejo de calidad y supervisión de estructuras de concreto simple o reforzado. (Ramos, C., 2019, Pág. 18). Por lo cual gracias esta norma nos ayudara para tener una referencia de que como debemos que calcular cada ensayo que se realice en el laboratorio, ya que nos dará valores para poder calcular con el tipo de resistencia del concreto que se quisiera hacer.

A diferencia del hormigón armado tradicional, en CRF, las propiedades mecánicas son isotrópicas y no dependen de la dirección y concentración del acero en un área específica. Para poder disminuir la generación de fisuras que persistentemente aparecen en el esquema del hormigón, las fibras aumentan la dureza ante la presencia de las grietas y mayor duración ante presencia climática, y aumentan la resistencia a la tracción en cierta medida. Las principales ventajas del CRF son la resistencia al impacto, la resistencia al estrés térmico, la resistencia al desgaste y el aislamiento, y la alta tolerabilidad de permeabilidad de energía. (Huamán, A., 2015, págs. 26-27).

Por tanto, el hormigón reforzado con fibras es un material multifase que contiene lechada de cemento (partículas de hidratación), agua, áridos, aditivos y fibras. En términos generales, las propiedades mecánicas y físicas de un sistema compuesto dependen de las propiedades de sus componentes y de las interacciones mecánicas, físicas y químicas entre ellos.

En las propiedades Físicas adicionando fibra de vidrio se señala la manejabilidad del hormigón, según lo que establece el ACI 116 (1990), es cuando se menciona las características del hormigón en su estado fresco que especifica la factibilidad y uniformidad con lo que se puede realizar el mezclado, transportado, colocado, compactado y acabado.

Estos pasos son los más importantes para determinar las propiedades del concreto durante su mezcla como la homogeneidad y uniformidad, la consistencia, la estabilidad y la compacidad por lo cual para conocer la trabajabilidad y manejabilidad que tiene el concreto adicionando un refuerzo (ACI 116, 1990).

Sin embargo, para realizar ensayos mientras que el concreto está en estado fresco se realiza:

1. Homogeneidad y uniformidad.

En todas las operaciones de mezclas de hormigón, la homogeneidad es un estado obligatorio en todas las mezclas del hormigón se consideren viables. Si el hormigón no llega al lugar de vertido de manera uniforme, definitivamente se puede atribuir a su insuficiente trabajabilidad en la mezcla, por lo que debe corregirse.

Verificar la uniformidad del hormigón desde el mezclado hasta el mezclado, es el método básico de control de calidad en la producción y uso del hormigón. Las pruebas más comunes para evaluar estas propiedades son el asentamiento de la norma NTP 339.04, el peso unitario de hormigón de la norma NTP 333.046, el contenido de aire de la norma NTP 339.046 y la contracción plástica recomendada por ACI 544.2R-89 "Informe sobre Mediciones de Desempeño de Fibras de Concreto Armado", 1989 (Águila, 2010, p. 6).

La deficiencia que es común en el momento de la homogeneidad de realizar el mezclado de mortero es debido a:

- ✓ La manera del peso, proceso y habilidad con lo que se emplea los ingredientes.
- ✓ El cronograma que se hace la mezcla.
- ✓ La textura o el volumen que se hace para el concreto es muy extenso.
- ✓ La manera y por el estado que se encuentra la mezcladora realiza una mala descarga de concreto.
- ✓ Las partes del equipo para realizar el mezclado del concreto se encuentra en mal estado.

## 2. Consistencia (Cohesión y Viscosidad).

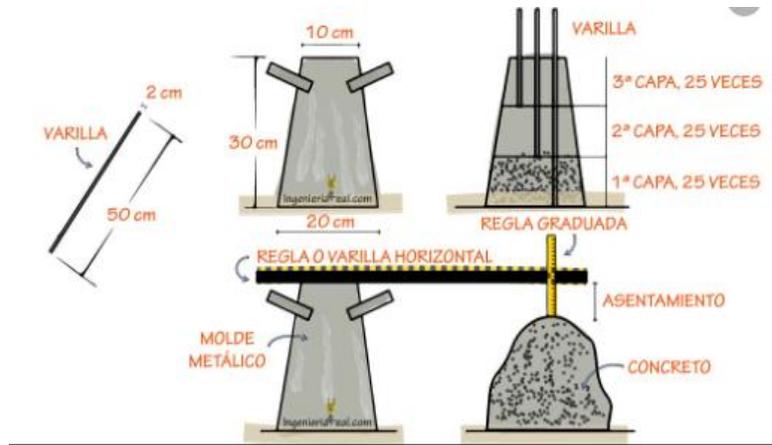
ACI 116 (Cement and Concrete Terminology, 1990) determina la consistencia y la fluidez relativa del concreto fresco y reconoce que el método de evaluación más comúnmente utilizado es a través de la prueba de asentamiento llamado también Slump. La prueba de asentamiento, es en realidad una prueba estática en la que la muestra de hormigón se deforma solo debido a la reducción de la eficacia permisible que obtiene el modelo. Tal este impulso, no se tenía en cuenta en una combinación del hormigón duro, es adecuado solo para combinación que apenas necesitan desfigurarse y empiezan a destilar, por ejemplo, las mezclas de estabilidad semiplástica.

La cohesión está representada por la capacidad de soportar la combinación a desfigurarse e inducir el líquido. Desea toda la mezcla de concreto fluya fácilmente, pero permanezca uniforme.

El tipo de hormigón y la consistencia de la mezcla que se debe realizar suelen definirse en función de las características de la estructura o de los elementos de hormigón a verter, además en situaciones de exposición y uso. Ya realizada este concepto, se corresponden seleccionar el equipo y las programaciones apropiados para la combinación, impulsar, verter y compactación el hormigón de manera satisfactoria y sin separación.

García C., Huamani, J., Rodríguez, S. y Ruiz J. (2018). El ensayo en asentamiento llamado también asentamiento estándar (NTP 339.035) puede usar un repositorio de forma de cono truncado, que tiene un volumen de alrededor de 6 litros. El ensayo consistió rellenar el repositorio con hormigón con tres divisiones, en uno en uno se reforzó con una varilla con un radio de 16 mm y una longitud de 60 cm con punta semiesférica por 25 veces; y el molde se retiró verticalmente para permitir la masa de hormigón. La cantidad es una proporción necesaria para realizar la mezcla. La Imagen N °4 demuestra el diagrama esquemático del ensayo de asentamiento.

Figura N° 4: Prueba de Revenimiento – Cono de Abrams



Fuente: Aguila, 2010

### 3. Estabilidad (Segregación y Sangrado).

En la combinación del hormigón como interrupción constante, se puede pensar que conseguir una pérdida su uniformidad por 2 ambos motivos, el desgaste es provocada tanto por factores internos como por comportamiento externo. En la primera circunstancia, la homogeneidad se muestra por sedimentación y pérdida. El secundario asunto es la división arbitraria del agregado existente en la mezcla de concreto. A esto se le llama segregación de los agregados gruesos y finos (Dávila, 2010, p. 8-9).

El fenómeno de segregación representa el estado opuesto de homogeneidad, y generalmente se reserva para la separación de parte de la superficie de grava del bloque de hormigón homogéneo original.

El sangrado puede ser útiles en estructuras con grandes superficies expuestas porque previenen que la superficie del concreto se seque y posiblemente se agriete debido a la contracción plástica antes de terminar y curar.

### 4. Compacidad.

La compactación se define como el proceso de reducir el volumen de hormigón recién vertido a un espacio mínimo mediante sacudida, rotación de 360°, compactación o una mezcla de estas interacciones, para formar en el molde del

concreto y alrededor de las barras de acero. Otras partes incrustadas y eliminan las burbujas de aire del aire arrastrado, pero no eliminan las burbujas de aire del aire contenido intencionalmente en el aditivo (ACI 116 "Glosario de cemento y concreto", 2015).

La alta densidad da como resultado a una intensa carga unitaria en el hormigón. Esto dependerá de la gran escala de la calidad y proporción de los componentes que componen el hormigón, que a su vez depende de la densidad del material.

Si desea que el hormigón sea compacto, denso, homogéneo, fuerte y duradero, necesita:

- ❖ La utilización de un cementante de alta calidad y el uso de una cantidad reducida en relaciones agua/cemento.
- ❖ La aplicación de agregados espeso, menos porosos y buen gradado.
- ❖ Utilizar un moderado cantidad de líquido en el mezclado, por lo que es recomendable utilizar un aditivo para reducir la cantidad de líquido.
- ❖ Hacer una adecuado proporción, empleo, control y compresión del mortero dentro de un refuerzo estructural.
- ❖ Una adecuado uso y frecuencia del curado luego de haber hecho la colocación y del fraguado finalización del mortero.

Las propiedades mecánicas Se refieren a la capacidad de los sólidos de resistir acciones de carga, es decir cuando aplicamos una fuerza, por lo tanto, se clasifican en:

*Tabla 11: Clasificación de las propiedades mecánicas*

Propiedades inmediata o de corto plazo:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Soportar una carga externa ya se una fuerza o presión.</li><li>• Módulo de elasticidad y relación de Poisson.</li><li>• Resistencia a la tensión.</li><li>• Resistencia a flexión.</li></ul>

- Soportar en el momento del Impacto.

Propiedades de extenso plazo:

- Contracción por Secado.

**Fuente:** Elaboración propia

Para realizar ensayos de resistencia a compresión es necesario tener en cuenta que las fibras es necesario utilizar uno diminuto porcentaje de magnitud (cerca del 0,1% en la proporción del volumen del concreto que frecuentemente se utiliza en una construcción) por consiguiente no tendrá ningún aumento de sus propiedades basados a poder soportar una carga.

Herrera, M (2017) El RM (Resistencia Mecánica) de un hormigón a menudo se precisa con el ensayo de la resistencia a compresión, debido a que esto demuestra la capacidad y estado del concreto que está soportando una mayor fuerza que se le aplica, con la finalidad de usar esta propiedad que beneficiara al concreto porque lo general estos elementos estructurales se diseña con ese objetivo. La calidad del hormigón en su estado sólido ya puede comprobarse a través de ensayos de laboratorio de aplicar una fuerza externa a las pobretas cilíndricas elaborados, sanados incluso aprobados según lo que establece con las normas (NTP 339.034, ASTM C-39). (Pág. 17).

*Figura N° 5 Ensayo a Compresión*



**Fuente:** Choque y Paye (2019)

La resistencia a flexión es cuando esta aplicada por una fuerza que tendrá que soportar la viga hasta que se presente una rajadura o grieta. Por lo general se utiliza un molde de la viga de una dimensión de 6 x 6 pulgadas o como más entendible sería de 150 x 150 mm tanto para la sección transversal y para la luz se pone tres veces el espesor. (Prieto, L., 2015, p. 38). Por lo general, se informan dos valores de tensión de flexión. Uno, llamado la primera grieta por flexión, corresponde a una carga donde la curva de tensión-deformación cambia su posición u orientación. La otra se refiere a una carga máxima, también se le determina como el módulo de ruptura que está acuerdo a la norma ASTM C78.

Este ensayo se pudo realizar gracias por ir probando la muestra prismática. Puede optar por utilizar una determinada fuerza en un punto específico para la prueba, o aplicar 2 cargas concentradas iguales en un tercio del tramo.

*Figura N° 6: Ensayo a flexión de acuerdo al C880*



**Fuente: Pietro, L. (2015)**

Entonces un ensayo de flexión es una metodología que se realiza para conocer y afirmar la resistencia a la flexión de los materiales, es decir cuanto tendrá a deformarse que va a soportar una cierta fuerza, por lo cual se conocerá las características importantes en implementar este innovador refuerzo al concreto.

El módulo de elasticidad del hormigón indica la rigidez del material antes de que se aplique la carga. La prueba para determinar el módulo de elasticidad estático del hormigón se completa con la norma ASTM C 469. El principio es aplicar una carga

estática y producir una deformación unitaria correspondiente. El módulo de elasticidad de un material es la relación entre la tensión que soporta el material y su unidad de deformación. Indica la rigidez del material antes de aplicar la carga.

Para calcular el módulo de elasticidad, Proceder de la siguiente:

- Utilice el área, la carga, las lecturas de deformación y la longitud medida de la muestra para calcular Estrés y tensión Correspondiente a cada carga, y mayor esfuerzo.
- Traza la curva de tensión-deformación.
- Determinar la carga de trabajo "S1" en kg / cm<sup>2</sup> Cepa correspondiente (e1) es 0,000 050.
- Determinar el esfuerzo "S2" correspondiente al 40% del esfuerzo máximo.
- Determine la deformación unitaria "e2" correspondiente a la tensión "S2".
- Utilice la siguiente fórmula para calcular el módulo de elasticidad:

$$E = (S_2 - S_1)/(e_2 - 0.000050)$$

E: Modulo de Elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

- Calcular la siguiente fórmula de Poisson Continúe ejecutando la siguiente fórmula:

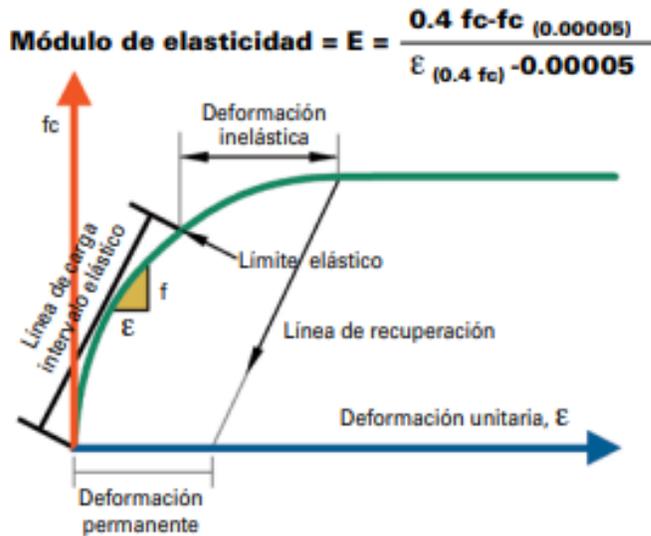
$$M = (e_{t2} - e_{t1})/(e_2 - 0,000050)$$

M, es la relación de Poisson.

$e_{t2}$  es la deformación transversal unitaria a la altura media del espécimen, producida por el "esfuerzo  $S_2$ ".

$e_{t1}$ , Es deformación transversal unitaria de la altura media de la muestra, Producido por esfuerzo  $S_1$ .

**Figura N° 7: Curva Esfuerzo vs Deformación unitaria según lo que establece la norma ASTM C469**



**Fuente: Hernández, F. (2015)**

Como visualizamos en la figura N°7 se observa el módulo de elasticidad, que también se le conoce como módulo de Young, que se obtenía mediante la maquina deformímetro o dispositivo de medición a partir del diagrama de tensión – deformación que se calcula la tensión de tracción que se ejerce en la probeta y el punto máximo que se puede alcanzar el concreto.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

- ✚ Tipo de Estudio: Lozada (2014) “se trata básicamente de realizar unos estudios para conocer el problema que se encuentra en el campo o producto, por lo cual se implementa una medida para poderlo solucionarlo, eso se le llama aplicada”. Será de manera aplicada debido, ya no voy a descubrir nuevos conocimientos, sino brindar a conocer la realidad del problema con los resultados que se obtendrá en los ensayos como las propiedades del concreto, para ser aplicado en unas obras de edificación, por lo cual se tendrá óptimos resultados que beneficiaran la seguridad de la población y al medio ambiente, que solucionara el problema del concreto.
- ✚ Diseño de Investigación: Alzamora, Luis (2017) “es un método de información que tiene como principal establecer relaciones causales inequívocas entre las

variables. Además, se manipula la variable independiente”. Este proyecto de investigación será de un diseño de manera experimental

*Tabla 12: Comparación entre Concreto Patrón y Concreto Reforzado con fibra de Vidrio Tipo E*

<b>CP</b>	$O_1$	...	$O_2$
<b>CRF I</b>	$O_3$	$X_1$	$O_4$
<b>CRF II</b>	$O_5$	$X_2$	$O_6$
<b>CRF III</b>	$O_7$	$X_3$	$O_8$

**Fuente:** Elaboración Propia

Donde:

CP = Concreto Patrón.

GRC I = Concreto Reforzado con Fibra de Vidrio Tipo E1.

GRC II = Concreto Reforzado con Fibra de Vidrio 2.

GRC III = Concreto Reforzado con Fibra de Vidrio 3.

$O_1, O_3, O_5$  y  $O_7$  = Resultados de las Probetas.

--- = Sin adicionamiento de refuerzo

$X_2, X_4$  y  $X_6$  = Proporción en porcentaje de fibra de Vidrio.

$O_2, O_4, O_6$  y  $O_8$  = Resultados de la resistencia a flexión, a compresión y módulo de elasticidad.

Bono, Roser (2016) “El diseño cuasiexperimental son equivalentes a los experimentos, en excepción en que los grupos no se realizan de manera aleatoriamente”. Por lo cual, teniendo en cuenta que el diseño que tome es experimental cuasi experimental ya que utilizaré dos variables, en este caso la variable independiente (Fibra de vidrio tipo E) y una variable dependiente (Propiedades Mecánicas del concreto  $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ ), que no fueron asignadas al azar ya que serán formadas antes del experimento.

### 3.2 Variable y operacionalización

#### Variable Dependiente:

Es lo que se está observando para ver si cambia, es decir aquella cualidad o característica cuyo comportamiento se ve afectado por la variable independiente que se mide con el fin de interpretar los resultados (Oscar Castellero, 2015).

**Variable Dependiente (Y):** Propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$

- Definición conceptual:

La resistencia a compresión es la característica mecánica principal del concreto, debido a su dureza de resistir a una carga. La finalidad de realizar este ensayo es de saber si el concreto reforzado va a cumplir con la resistencia especificada ( $f'c$ ), por lo cual se utilizan probetas cilíndricas. (Cemex, 2019)

La resistencia a flexión es cuando esta aplicada por una fuerza que tendrá que soportar la viga hasta que se presente una rajadura o grieta. Por lo general se utiliza un molde de la viga de una dimensión de 6 x 6 pulgadas. (Prieto, L., 2015, p. 38).

El módulo de elasticidad para el concreto hormigón es una propiedad mecánica que refleja la habilidad que tiene el concreto para deformarse elásticamente, el cual puede ser obtenido aplicando cargas para evaluar la deformación del material. (Osorio, J., 2018).

- Definición operacional:

En una resistencia que se le aplicará una fuerza o carga para que pueda soportar durante el ensayo se medirá a través de pruebas de fractura de muestra cilíndrica, la muestra se realizará en un equipo de compresión de hormigón mediante probetas cilíndricas en el cual, tendrá una dimensión de 6x12”.

La resistencia a la flexión se medirá mediante ensayos de vigas de concreto para ello tendrán un tiempo de curado a los 28 días y están reforzados con 0.2%, 0.5% y 0.8% de fibras de vidrio, el ensayo se realizará en un equipo de flexión de una viga de 6x6 pulgadas.

El módulo de elasticidad se medirá mediante la prueba de una máquina de acuerdo a la norma ASTM C469, cuando se aplica un esfuerzo de compresión longitudinal a la probeta, mediante que aumente la fuerza se va midiendo su alargamiento y deformación.

❖ Dimensión 1: Resistencia a compresión

Indicadores: Ensayo a la resistencia a la compresión

Instrumento: • Plantilla de Excel (cálculos)

•Prueba de rotura de concreto (máquina de compresión de concreto)

•NTP 339.034, ASTM C-39

Escala de medición: Razón

❖ Dimensión 2: Resistencia a flexión

Indicadores: Ensayo a la resistencia a la flexión

Instrumento: •ASTMC78, MTCE709, ASTMC31

•Plantilla de Excel (cálculos)

•Ensayo de laboratorio

Escala de medición: Razón

❖ Dimensión 3: Módulo de elasticidad

Indicadores: Ensayo de Módulo de elasticidad

Instrumento: •Ensayo de laboratorio

•Curva de Esfuerzo - Deformación (ASTM C469)

•ASTM C469, ASTM D412 y NTP 334.082

Escala de medición: Razón

❖ Dimensión 4: Normas Legales

Indicadores: •RNE E-070 Albañilería

•RNE E-060 Concreto Armado

Instrumento: Protocolo

Escala de medición: Razón

**Variable Independiente:**

Se llama así porque sus valores no se van a ver alterados por el resto de las variables en el experimento en sí. (Oscar Castellero, 2015).

**Variable Independiente (X):** Fibra de Vidrio Tipo E

- Definición conceptual:

Las fibras de vidrio son de un material muy resistente debido a sus propiedades y compuesto por resina, que le ayuda generar resistencia a la erosión química y del medio ambiente, por lo tanto, este material no se pudre, ni se destruye debido la humedad o a los ácidos. (Rodríguez J., Rubio C. y Hernández M., 2018)

- Definición operacional:

El desarrollo del concreto adicionando fibra de vidrio va estar compuesta por Cemento Portland, agregados, agua y fibra de vidrio tipo E. La proporción de adicionar la fibra de vidrio será de un porcentaje de 0.2%, 0.5% y 0.8%, que será distribuido de manera aleatoria, los hilos cortados se mezclarán con el cemento, agregados y agua.

❖ Dimensión 1: Dosificación

Indicadores: •Porcentaje de adicionamiento de fibra de vidrio Tipo E en 0.2%, 0.5% y 0.8%

•Proporción de las mezclas de concreto 280kg/cm<sup>2</sup>

Instrumento: Norma ACI- COMITÉ 211 y ASTM C31

Escala de medición: Razón

❖ Dimensión 2: Tipos de Fibras

Indicadores: •Definición

•Composición

•Características

•Aplicación

Instrumento: Ficha de recopilación de datos

Escala de medición: Ordinal

❖ Dimensión 3: Propiedades Mecánicas

Indicadores: •Resistencia a la compresión ( $f'c=Kg/cm^2$ )

- Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>)

- Módulo de Elasticidad (Kg/cm<sup>2</sup>)

Instrumento: Ficha de recopilación de datos

Escala de medición: Razón

❖ Dimensión 4: Presupuesto

Indicadores: Precio de producción del concreto adicionando fibra de vidrio

Instrumento: Hoja de calculo

Escala de medición: Razón

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** Espinoza (2016) define como la población “Población conocida también como universo, es un conjunto de elementos que se van a estudiar, los elementos lo conforman los sistemas, medios o individuos que va a permitir sacar información “En mi Proyecto de investigación por medio de la variable independiente y dependiente determinare el impacto en adicionar los filamentos de vidrio tipo E al concreto, por lo tanto, la cantidad que voy a utilizar para la población va ser todos los probetas en forma cilíndrica y vigas en forma prismática de concreto  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$  que se realizará en el laboratorio.

**Muestra:** López (2004) “Es un subconjunto o parte del universo o población en estudio. Existen programas para obtener la cantidad de componentes de muestra, como fórmulas, lógica, etc., La muestra es la parte representativa de la población “. La muestra será de acuerdo a un concreto de  $280\text{kg/cm}^2$ , como se puede observar en los cuadros.

*Tabla 13: Ensayo de Resistencia a Compresión (7, 14 y 28 días)*

Resistencia a compresión	0%	0.2%	0.5%	0.8%	TOTAL
7 días	3	3	3	3	12
14 días	3	3	3	3	12
28 días	3	3	3	3	12
<b>TOTAL</b>	9	9	9	9	<b>36</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Tabla 14: Ensayo de Módulo de Elasticidad de 2"x4"

Módulo de Elasticidad	0%	0.2%	0.5%	0.8%	TOTAL
28 días	1	1	1	1	4
<b>TOTAL</b>	1	1	1	1	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Ensayo de Resistencia a Flexión de Vigas

Resistencia a flexión	0%	0.2%	0.5%	0.8%	TOTAL
28 días	2	2	2	2	8
<b>TOTAL</b>	2	2	2	2	8

Fuente: Elaboración Propia

**Muestreo:** Requena (2014) nos dice que “El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo. En esta técnica de muestreo, el proceso de recolección de muestras no brinda las mismas oportunidades de selección para todos los individuos de la población”. Mi Proyecto de investigación es de tipo de muestra no probabilístico, ya que la alternativa de la muestra no fue de elección aleatoria, al contrario, fue al criterio del investigador de acuerdo a estudios ya establecidos que serán realizados en 7, 14 y 28 días; en especial a los 28 días debido a que esa edad se va a conocer su resistencia y durabilidad del concreto, por lo tanto, nos arrojaran resultados de cada resistencia del concreto a través de ensayos.

**Unidad de análisis:** Hurtado (2017) “Es la unidad que necesita información, el individuo o grupo de individuos de donde se obtienen los datos; la unidad de investigación corresponde a la entidad a medir y se refiere al objeto u sujeto de interés respecto a un análisis de Investigación”. Será de cada una de las probetas y vigas que serán estudiadas en el laboratorio que servirán en modo de investigación de la tesis, con un concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  las probetas serán cilíndricas para el ensayo de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, y vigas prismáticas para el ensayo de resistencia a la flexión.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Técnicas de recolección de datos**

Granollers (2014) “La técnica comúnmente se usar es la Observación de Campo por lo cual su finalidad es de comprender como los científicos que elaboran en un determinado lugar (Laboratorio o campo) realizan sus experimentos para obtener sus resultados, mediante pruebas de ensayos”. La técnica que se va utilizar es Observación de Campo, debido a que los datos se obtendrán por medio del laboratorio. Debido a que se calculará los resultados de la resistencia que se aplicará en el concreto con diferentes ensayos.

- **Instrumento de Recolección de datos**

Castillo (2016) nos dice que “La guía de observación es uno de los instrumentos más utilizados en la técnica de análisis documental. Esto permite conservar los datos que se van recogiendo de manera coherente y organizada; donde se anota toda la información encontrada del documento como un resumen o procedimiento” El instrumento que se va utilizar para recoger la información es la guía de observación, que se realizará de acuerdo a una serie de normas de acuerdo al ensayo que se va a tratar en laboratorio:

- ✓ Diseño de Mezcla (ACI-COMITÉ 211)
- ✓ Análisis Granulométrico de agregados gruesos y finos (ASTM C-136)
- ✓ Contenido de Humedad de los agregados por secado (NTP 339.185, MTC E 215)
- ✓ Peso específico y absorción de agregados gruesos (ASTM C-127)
- ✓ Peso específico y absorción de agregados finos (ASTM C-128)
- ✓ Peso unitario y vacíos de agregados (ASTM C-29)
- ✓ Ensayo a la resistencia a compresión (NTP 339.034, ASTM C-39)
- ✓ Ensayo a la resistencia a flexión (ASTM C 78, MTC E 709, AASHTO T97)
- ✓ Módulo de Elasticidad (ASTM C469, ASTM D412 y NTP 334.082)

### **Validez**

Márquez (2018) “La validez se refiere a lo que es verdadero o se acerca a la verdad, cuando sea libre de errores”. Mi validez será racional ya que se determinó con la ayuda

de los instrumentos de mi tesis que utilizaré para tabular los resultados, una de ellas serán que los ensayos del laboratorio certificados cuentan con el equipamiento y maquinaria, ya que los resultados se adquirirán de los ensayos que fueron plasmados en fichas, los cuales fueron validados por los especialistas.

### **Confiabilidad**

Moreno (2017) “Se interpreta que es el nivel de confianza o seguridad con la que se puede afirmar los resultados que se tiene en un determinado lugar rigiendo con normas y procedimientos que se realizó para la obtención de sus resultados”. La confiabilidad para mi proyecto de investigación está basado a la veracidad que posee los datos recolectados de las tesis que se utilizó, ya que el instrumento y las maquinarias fueron vigente, calibrada y actualizada, de acuerdo a las normas.

## **3.5 Procedimientos**

### **Análisis granulométrico (ASTM C-136)**

Para conocer la dimensión que tiene una partícula de agregado fino y agregado grueso a través de la pantalla. El tamiz debe colocarse desde la abertura más grande hasta la más pequeña. A partir del análisis de tamaño de partícula, se obtendrá una curva de tamaño de partícula, detallando en número de tamiz para obtener el proporción depositado de material pasado. Para el agregado grueso, se requiere al menos 2500 gramos, lo que significa que debe estar seco, mientras que, para el agregado fino, necesita al menos 300 gramos después del secado en el horno.

Los Equipos a usar:

Es utilizar una balanza con precisión del 0.1%, tamices con un diámetro de 3”, 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, N.º 4, N.º 8, tapa y fondo. Un horno para realizar el secado de la muestra con temperatura intervalo de 110º. Tener un almacenamiento y recipientes de aluminio para poder llevarlo al horno.

Procedimiento

- Elegir el tamiz adecuado según el ensayo a realizar, en función del tipo de mezcla que se va experimentar. Los tamices se colocan en disposición de mayor a menor en orden de tamaño de apertura. Luego, el tamizado se realiza manualmente dentro de un cierto período de tiempo.
- La cantidad que se queda acumulado en el Tamiz N°4 no deben superar a 7kg/cm<sup>2</sup>.
- Es recomendable de no colocar excesivamente el agregado a un tamiz porque quizás no puede soportar la malla.
- Continuar el tamizado por un período de tiempo. Una vez finalizado de esta manera, durante un (1) minuto de tamizado continuo manual, el peso retenido en cada tamiz no excede el 1%, proceder de la siguiente manera: Recoger cada uno con tapa y en la parte inferior del colador, coloque las manos en una posición ligeramente inclinada. Usa la palma de tu otra mano para mover hacia arriba y seca un lado del colador. Cuando todas las partículas de material en el tamiz formen una sola capa, el tamaño del tamiz mayor de 4,75 mm (No. 4) se considerará satisfactorio.
- Para partículas de más de 75 mm (3 pulgadas), se debe realizar un cribado manual para determinar el tamiz más pequeño a través del cual pasan la muestra o las partículas.
- Iniciar la prueba con un tamiz de mínima apertura, agitar el tamiz para ver si pasan las partículas, pero no se debe forzar.
- Con la ayuda de una balanza con una precisión del 0.1% del peso de la muestra, determinar la masa que se coloca y se queda en cada número de malla.
- El peso total del material o muestra tamizada debe compararse y verificarse con la cantidad que pesa realmente la muestra que se está estudiando.

#### Cálculos

- Obtener el peso de la muestra que se encuentra en el número de tamiz en forma de conocer la cantidad que se tiene y con las que se retiene en el tamizado, con ello se

va a calcular un porcentaje que se quedó en relación al tamiz que se pesó al inicio que debe ser de 0.1%. Para conocer el módulo de finura se calcula diferente, es la suma de todos los porcentajes de retención dividida por 100:150um.

### **Cantidad de humedad (NTP 339.185, MTC E 215)**

La cantidad de humedad del agregado se expresa como la resta entre suelo húmedo y suelo seco. Se debe medir el líquido extraída de la muestra que fue secado por un horno. Este procedimiento se le conoce como peso de agua. Por lo tanto, es importante conocer la cantidad de líquido que se obstruyo o parte del suelo es obtener sus propiedades, como cohesión, estabilidad y cambio de volumen. Previamente de la prueba, las muestras se almacenarán en bolsas selladas a temperatura ambiente hasta 30°C con el fin de paralizar la condensación y la pérdida de humedad.

Los Equipos principales:

Son de contar con un horno de temperatura regulable, graduado a 110°, contar que la precisión de la balanza es de 0,1 g relacionado a la masa de la muestra. Tener un recipiente de aluminio que puede soportar el calor del horno. Tener también Guantes, degradantes, cuchillos, tenazas, sujetadores, cucharas y otros utensilios.

Tener en cuenta que antes de la prueba, las muestras se almacenarán en bolsas herméticas a una temperatura ambiente máxima de 30 °C con el fin de impedir condensaciones y disminución de humedad. Tome una muestra más pequeña de la suma de toda la muestra, el agregado fino es de 200 gramos a diferencia del agregado grueso no es menor de 500

Procedimiento

- Registrar la tara o el peso del recipiente a utilizar.
- Por lo cual tendremos los resultados correctos ningún error, es necesario listar envases con formato de laboratorio.

- La muestra fresca y utilizar una balanza electrónica con una precisión de 0,1% para anotar el peso que tiene el tamiz con el material fresco.
- Poner el recipiente metálico con el agregado fresco al horno durante 24 horas, dependiendo de la clase de material y tipo de aparato de secado que se usa. El secado debe ser constante y la temperatura 110 °C.
- Una vez finalizado el tiempo de secado, el recipiente se saca del horno y tiene tiempo de enfriarse, se puede manejar fácilmente a mano y el proceso de pesaje será más sencillo. Utilice la misma balanza electrónica que se utilizó para pesar el material antes de secarlo en el horno para poder conocer el peso que tiene el recipiente y el material que se secó en un Aparato.

#### Cálculos

1. Peso del recipiente o tara + Peso del suelo húmedo
2. Peso del recipiente o tara + Peso del suelo seco
3. Peso del agua contenida = (1) – (2)
4. Peso del recipiente o tara
5. Peso del suelo seco = (2) – (4)
6. Contenido de Humedad (%) = (3) / (5) \*100

#### **Peso específico y absorción de agregados gruesos (MTC E 206, NPT 400.21, ASTM C 127)**

El NTP especifica el procedimiento de obtener la gravedad específica y absorción del agregado grueso luego en un intervalo 24 horas de inmersión. Gravedad específica aparente y nominal. La gravedad específica supuesto es interpretada en relación entre el peso con líquido y el peso acumulada del oxígeno correspondiente a su volumen aparente, y la gravedad específica nominal es la relación entre el peso de espacios vacíos y el peso del líquido correspondiente a su volumen nominal. El volumen

aparente se le conoce como vacío accesible por el agua contenida en el volumen sólido. El volumen nominal es interpretado como vacío o cavidad que excluye ese volumen del volumen resultante.

Los Equipos principales:

Contar con una balanza con capacidad mínima de 5 kg y con una precisión del 0.5 g. tener canastillas metálicas para pesar las muestras sumergidas, con armazón suficientemente rígida y paredes con malla de 3 mm (tamiz N.º 6). Contar con un recipiente para la sumersión de la muestra y un dispositivo de suspensión que permita suspender la muestra. Siempre tener un horno con temperatura permanente de 110º

Procedimiento

-Limpie la muestra para eliminar la presencia de polvo y otras materias extrañas adheridas a la superficie de la muestra. Luego póngalo en un horno a secar, y luego enfríe al aire el tiempo requerido, para que sea fácil de pesar después de enfriar, repita el secado hasta que el peso sea constante, y luego sumérjalo por 24 horas. -Después de 24 horas de inmersión de la muestra, sacarla del agua y limpiar el agua visible en la superficie de la muestra con un paño absorbente. Por tanto, el peso de la muestra se obtendrá bajo saturación superficial seca (s.s.s). -Cuando el peso sea de 5 kg, el peso de estos y el de la espalda será de unos 0,5 g.

-Después de pesar la muestra, ponerla inmediatamente en una canasta metálica y sumergirla en agua y medir su peso a temperatura ambiente (23°C). La cesta y la muestra deben estar sumergido hasta el fondo y el dispositivo de suspensión debe ser suficiente para pesar. La muestra debe seca en un aparato a una temperatura permanente de 100º-110°C, después se enfría al aire hasta que puede ser procesada, y se determina que su peso seco es un peso constante.

Resultados

Realizar cálculos para obtener la gravedad específica superficial aparente, saturada seca y nominal, así como obtener cálculos de absorción.

S = Peso de la muestra seca.

MS = Peso de la muestra saturada con superficie seca.

PS = Peso sumergido dentro de agua de la muestra saturada.

Peso Específico Aparente

$$S / (MS - PS)$$

Peso Específico Saturada con Superficie Seca (S.S.S)

$$MS / (MS - PS)$$

Peso Específico Nominal

$$S / (S - PS)$$

Absorción (%)

$$((MS - S) / S) \times 100$$

El resultado representará la temperatura a la que se determinó el peso. Para diferentes muestras, el límite de precisión debería ser mayor.

**Peso específico y absorción de agregados finos (MTC E 205, NPT 400.21, ASTM C 128)**

Esta norma describe el procedimiento para obtener la gravedad específica y la determinación de la absorción después de la inmersión en agua durante 24 horas. La muestra utilizada fue la muestra que pasó el tamiz N° 4.

Los Equipos principales

Tener un tamiz de 1 kg a más, la precisión es de 0,1 g. También contar con un picnómetro o también llamado fiola, tiene la capacidad de verter completamente la muestra y volumen. Además, el molde de metal cónico tiene un grosor de 0,8 mm, la distancia mínima del diámetro interior del fondo es de  $40 \pm 3$  mm, el diámetro máximo

del fondo es de  $90 \pm 3$  mm y la altura es de  $75 \pm 3$  mm. Tener una varilla de apisonamiento de metal, de  $340 \pm 15$  gramos, con superficie redonda en un lado, utilizada para compactación con un diámetro de  $25 \pm 3$  mm. Tener un secador de aire caliente moderado y recipiente o bandeja. Se aconseja que la temperatura permanente del horno es de  $110$  °C.

### Procedimiento

-Después de descartar el material restante que quedó en el tamiz No. 4, selecciónelo dividiéndolo en cuatro partes iguales, aproximadamente 1 kg. Se seca en horno a una temperatura permanente de  $110$ °C y luego se enfría a temperatura ambiente hasta que sea fácil de manipular. Después de secar, sumerja el material en agua durante  $24 \pm 4$  horas.

-Una vez finalizado el tiempo de remojo, retire con cuidado el agua para evitar la pérdida de polvo fino y extiéndalo en la bandeja, y luego continúe usando el secador alineado con la muestra mientras se mueve de manera uniforme hasta que la muestra pueda fluir libremente.

-Cuando se pueda ver que la muestra y sus partículas fluyen libremente, coloque el cono de metal más grande sobre la superficie plana y vierta el material en tres capas, cada capa se apisona ligeramente 25 veces con una varilla de apisonamiento.

- Luego levante con cuidado el cono verticalmente. Si en la parte superior o superficie de la partícula permanece en su etapa único, esto indicará que la muestra aún tiene una excesiva humedad, por lo que se seguirá secando y analizando hasta que se produzca la primera fisuración superficial, lo que indica que la muestra ha alcanzado su superficie seca.

-Introducir rápidamente la muestra (500 g) en el matraz previamente pesado y agregar agua destilada al 90% de su capacidad para eliminar huecos o aire, rotando o invirtiendo si es necesario. Si es necesario, luego a  $21$  ° C realizar un baño María a  $25$  ° C durante una hora. Llenar hasta la marca con agua a la misma temperatura, luego

sacar el matraz del baño de agua, secar la superficie y determinar su peso total (matraz, muestra, agua).

- El material extraído se invierte a un recipiente, luego de ello se pone al horno para que pueda secar, luego se dispone a extraer y luego dejar que se enfríe un poco para conocer el peso.

## Resultados

Para poder calcular el peso específico se realizará de acuerdo a un cálculo como se muestra a continuación:

S = Peso de la muestra seca.

PA = Peso de la fiola enrasada lleno de agua.

PF = Peso de la fiola con la muestra y agua.

PS = Peso de la muestra con superficie seca.

Peso Específico Aparente

$$S / (PA + PS - PF)$$

Peso Específico Saturada con Superficie Seca (SSS)

$$S / (S + PS - PF)$$

Peso Específico Nominal

$$S / (PA + S - PF)$$

Absorción (%)

$$((PS - S) / S) \times 100$$

## **Peso unitario y vacío de los agregados (MTC E 203, ASTM C 29)**

Esta investigación o prueba nos permite determinar el peso unitario de sueltos o compactados, así como el porcentaje de huecos en los agregados, ya sean agregados finos o agregados gruesos, o una combinación de los dos. El peso unitario no es más que el peso de la muestra en un volumen dado de molde.

Los Equipos principales:

Contar con una balanza con precisión del 0.1% con respecto a su peso. Tener una varilla que se hace para compactar o a pisonear. Tener moldes o recipientes con medidas establecidas y conocidas.

Peso unitario compactado

- Para conocer el peso unitario de compactación, la muestra debe colocarse en un molde de volumen establecido, y la muestra debe colocarse en 3 capas. Por lo tanto, las capas que se compactará uniformemente con varillas hasta 25 veces.
- Al apisonar cada una de las capas, por lo cual se debe verificar la fuerza de impacto no ha llegado al fondo, apisonar capa a capa.
- Después de llenar el recipiente con material, nivelarlo con una regla de metal y calcular el peso que tiene cada recipiente.

Vacío agregados

Para identificar vacíos o vacíos en el agregado, use peso Apisonando la unidad.

$$\%Vacios = ((G \times Y) - H) / (G \times Y)$$

Donde:

- G = Peso específico aparente.
- H = Peso unitario del agregado.
- Y = Peso unitario del agua (1000 kg/m<sup>3</sup>)

### **Resistencia a compresión de cilindros de concreto (ASTM C 39)**

En esta prueba se determinará la compresión del hormigón de un núcleo cilíndrico realizado en laboratorio o in situ. La muestra mide 4" x 8".

#### Importancia y aplicación

-Normalmente este ensayo en el diseño de mezcla son para verificar si cumple con las especificaciones  $f_c$  de estándares, parámetros y requisitos.

- En nuestro caso, las tres probetas para cada diseño realizadas bajo el mismo tiempo de curado y la misma muestra de hormigón, no arrojaran el resultado a base un promedio. Las pruebas se realizarán 7 días, 14 días y 28 días después de que el hormigón alcance su máxima resistencia.

-Los resultados obtenidos dependerán del tamaño de la muestra, tiempo de curado, tipo de mezcla, factores de temperatura y humedad durante el curado.

-La mezcla de hormigón está diseñada para ser mayor que la resistencia requerida para evitar el riesgo de no cumplir con los parámetros de resistencia requeridos.

#### Muestra del ensayo

-La muestra o probeta a ensayar es un cilindro de hormigón de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, cuyas dimensiones son las siguientes. Para la prueba se utilizarán 3 muestras y su valor medio determinará el resultado.

#### Procedimiento

-Durante la prueba, se debe medir el diámetro de la muestra en ambos lados y la mitad de la altura de la muestra para encontrar el valor promedio y estimar su área.

-Los lados de la muestra no deben estar inclinados con respecto al centro del cilindro.

-Las probetas se colocan en la máquina hasta que se completa su ruptura, y luego se registra el tipo de ruptura.

-La resistencia eléctrica se determina dividiendo la carga máxima que puede soportar la muestra antes de fallar por el área de la sección transversal de la muestra. Realizar

el mismo tratamiento en las dos muestras, y finalmente promediar las resistencias logradas por las tres muestras y obtener los resultados de la prueba.

-La persona que realiza la prueba debe registrar la edad, tamaño y tipo de ruptura de la muestra, así como otros eventos ocurridos durante la prueba.

-El rango entre las muestras de prueba debe estar entre el 2% y el 3% de la resistencia promedio.

-Los datos e informes sobre pruebas de compresión son fuentes importantes de información para proyectos futuros o personas interesadas. Por lo tanto, los datos deben proporcionarse inmediatamente al responsable del proyecto.

### **Resistencia a flexión de vigas de concreto (ASTM C78)**

En esta prueba se determinará el grado de curvatura del hormigón de viga prismática fabricado en laboratorio. Esto medirá la resistencia a la rotura de una viga sin refuerzo por el módulo de rotura. El esfuerzo de tracción por flexión se expresa como el módulo de rotura.

#### Importancia y aplicación

-Los resultados se utilizan generalmente para verificar si la proporción de la mezcla de concreto cumple con las especificaciones requeridas.

-El resultado de la prueba es el promedio de todas las pruebas, en nuestro ejemplo son 2 pruebas realizadas con el mismo tiempo de curado y la misma muestra de hormigón. Las pruebas se realizarán 28 días después de que el hormigón alcance su máxima resistencia.

-Los resultados obtenidos dependerán del tamaño de la muestra, tiempo de curado, tipo de mezcla, factores de temperatura y humedad durante el curado.

-La resistencia de diseño de la mezcla de hormigón debe ser mayor al patrón para evitar el peligro de no cumplir con la resistencia que se requiere.

## Muestra del ensayo

-Ya obtenida la muestra que es una viga prismática de hormigón con una dimensión de sección transversal de 150x150 mm y una longitud de 600 mm. Estas vigas deben ser lisas y estar libres de irregularidades, agujeros o marcas. Para la prueba se utilizarán dos muestras para cada concreto con diferente adición, cuyo resultado se obtendrá por el promedio

## Procedimiento

-Durante la prueba, se debe medir la sección transversal de la muestra para promediar y obtener su área.

-Los lados de la viga deben ser lisos para colocar el soporte correctamente.

-La viga a ensayar debe humedecerse y curarse dentro del tiempo especificado.

-Las vigas se colocan en la máquina hasta que se complete su fractura. Esto aplicará una carga en el punto medio de la viga hasta que falle, en cuyo punto la tensión máxima de tracción estará en el centro del tramo de la viga.

-También se probaron dos muestras, y finalmente se promediaron las resistencias alcanzadas por las tres muestras y se obtuvieron los resultados de las pruebas.

-La persona que realiza la prueba debe registrar la edad, área y carga máxima de la muestra, así como otros eventos ocurridos durante la prueba.

-La manipulación y mantenimiento de las vigas de hormigón son muy sensibles, por lo que se deben tomar las medidas correspondientes, y se debe tener cuidado en el transporte y manipulación para evitar daños.

- Los datos y los informes sobre las pruebas de compresión son fuentes importantes de información para futuros proyectos o personas interesadas. Por lo tanto, los datos deben proporcionarse inmediatamente al responsable del proyecto.

## **Módulo de Elasticidad de Concreto (ASTM C469)**

Se realizará unas pruebas de módulo de elasticidad del concreto a base de las muestras cilíndricas hechos en el laboratorio o en campo hasta que se pueda presentar una deformación y conocer el esfuerzo que se aplica. Las probetas serán de 4" x 8" pulgadas.

#### Importancia y Aplicación

Uno de los diversos ensayos más relevantes del diseño de hormigón armado es el módulo de elasticidad, ya que éste incide en la deflexión, deriva y rigidez de la estructura.

El módulo de elasticidad del hormigón está determinado por la estrecha relación entre la tensión y la deformación correspondiente que soporta el material. Es un dato muy significativo para el análisis estructural.

Se puede utilizar un conocimiento completo del módulo de elasticidad del hormigón en condiciones de carga lenta para futuras investigaciones sobre el módulo de elasticidad dinámico del hormigón (es decir, en condiciones de carga rápida). Esto es muy importante para comprender el comportamiento real del hormigón bajo carga lenta. El efecto de los terremotos.

#### Procedimiento

Se miden el diámetro y la longitud de probetas cilíndricas de hormigón. Antes de realizar la prueba, se debe calibrar las muestras hasta alcanzar la resistencia máxima. Luego las muestras se le coloca al aparato de medición (Compresómetro-Extensómetro) y ajuste el dial para soportar la tensión. sé Coloque la muestra en la máquina de prueba y realice la carga inicial para verificarla. Se carga una segunda vez y se anota la deformación (puede tomarse para determinar la curva esfuerzo-deformación continuamente o simplemente tome una lectura de carga a 50 millón de deformación y 40% de la resistencia máxima para encontrar el módulo de elasticidad.

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

La adición de la fibra de vidrio (0.2%, 0.5%, 0.8%) para procesar la información o datos de este, que se realizará en el laboratorio entre los diversos ensayos que se escogió, se hará uso de software Microsoft Excel 2019 para conocer los resultados. Los datos se tabulan en forma de tablas de frecuencias o gráfico de barras o círculo, como la clasificación de los agregados, sus propiedades físicas y el ensayo de ruptura de la muestra, de manera que los cambios en el hormigón a 280 Kg/cm<sup>2</sup> de vidrio tipo E de agrega fibra a un cierto porcentaje para generar un gráfico en el que pueden comparar los diversos reacciones y tablas estadísticos con interpretaciones respectivas, del efecto de la adición de los filamentos de vidrio a un hormigón de 280 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.7 Aspectos éticos**

Muños y Vélez (2016) “deben ser siempre decir la verdad, respetar las investigaciones de otros autores, pero siempre ser auténticos por lo cual básicamente deben estar regidos por una norma o por una persona especializada que respalde su investigación del proyecto”. El proyecto tiene base la recolección de información teniendo en cuenta como prioridad la realización de citas de acuerdo a la Norma ISO 26000:2010 y para los ensayos se utilizará los métodos internacionales, manuales técnicos y reglamentos que ya están establecido y que se debe seguir, además teniendo en cuenta la aplicación de los principios éticos, reconocimiento y respetando el origen de la información usada, esto refleja a través de los plasmado, lo cual demostrará que la investigación es propia.

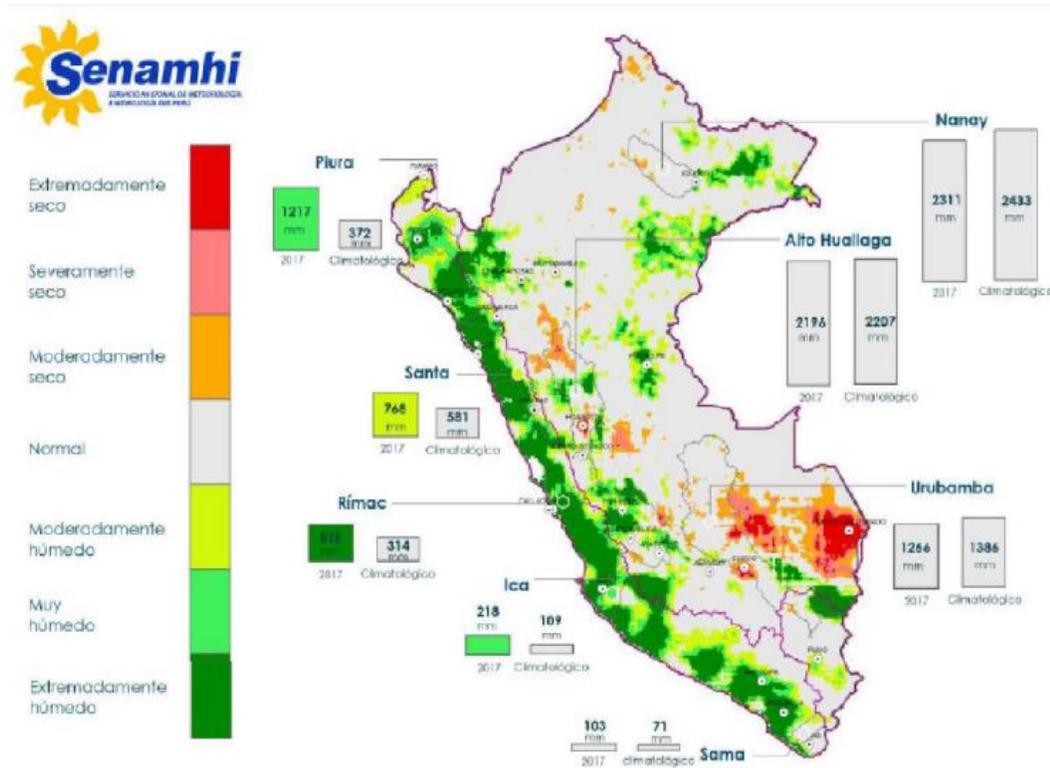
## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Clima**

Considerando sus circunstancias, el clima de esta ciudad es particularmente especial. Combina una precipitación, generando una humedad atmosférica muy alta y una nubosidad continua. Por tanto, aunque se encuentra en una zona tropical a 12 grados de latitud sur y está casi al nivel del mar, sorprende sus extrañas características. Esto es porque influye mucho la corriente fría de Humboldt que se encuentra en Antártida, su proximidad a la Cordillera de los Andes y la posición en la donde se encuentra, la costa central del Perú presenta

una serie de microclimas atípicos, haciendo de Lima un clima desértico, subtropical, fresco y húmedo al mismo tiempo.

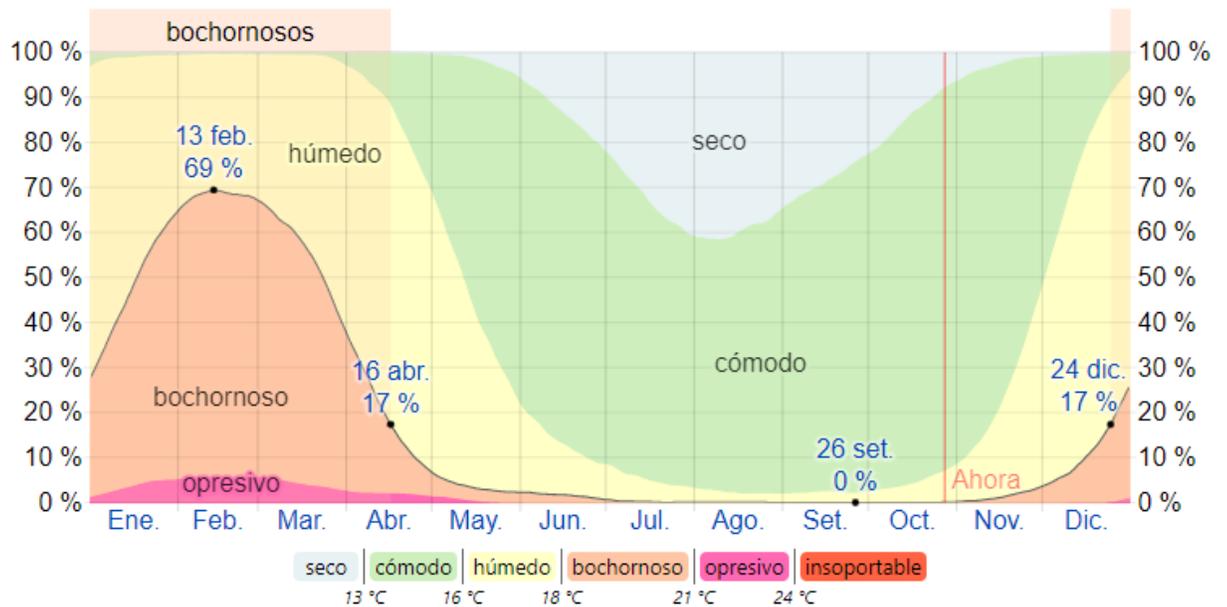
Figura N° 8: Condiciones Hidrológicas de Humedad en el año Hidrológico 2016 – 2017



Fuente: Senamhi (2019)

**Interpretación:** La humedad relativa es extremadamente alta (hasta el 100%), generando una neblina continua de junio a octubre, en el final de verano es cuando su nubosidad es baja. De acuerdo a la figura N°8, solo se utilizaron las áreas consideradas "muy húmedas" y "extremadamente húmedas". Cabe señalar que el análisis de las condiciones de humedad del año pasado permitió identificar áreas donde la precipitación excedió los niveles normales, lo que significa que la posibilidad de movimiento masivo e inundaciones puede aumentar en estas áreas.

Figura N° 9: Niveles de comodidad de la humedad en Lima



Fuente: Castro et. al (2021)

**Interpretación:** De acuerdo a la figura N°9 nos da una estadística que el verano (diciembre a abril) es soleado, húmedo y caluroso, por lo cual se tiene un 85.50% de humedad relativa; y el invierno (junio a septiembre) es nublado y templado, por lo cual se tuvo un 5.52% de humedad más baja del año, una además su precipitación máxima de 1.8 mm/mes. La lluvia ocurre especialmente en áreas de mayor altitud, como La Molina y Lurigancho-Chosica.

## 4.2 Diseño de Mezcla de 280 kg/cm<sup>2</sup>

### 4.2.1 Análisis granulométrico de los agregados

En esta parte para recolectar información se utilizará una herramienta llamada tamiz, por lo cual nos permitirá conocer las dimensiones diversas que contiene las partículas que se va analizar, por lo tanto, de acuerdo a la norma ASTM C-136 se utilizara una serie de tamices de diferentes dimensiones hasta tamices más finos. por lo cual se tomará de acuerdo en forma descendente desde el tamizado más grande hasta el más pequeño, cada tamiz tendrá una cierta cantidad por lo cual se pesará el peso total y lo retenido para hacer la curva granulométrica.

*Figura N° 10: Análisis de los agregados en los diversos tamices*



**Fuente:** Elaboración propia

Luego de recolectar los datos de 622 gr del agregado fino de la cantera Trapiche, que se realizó en laboratorio de acuerdo a cada cantidad que se retuvo en cada tamiz y el peso total, se llevó a cuadro de Excel para conocer la curva granulométrica como se puede visualizar en la Tabla

*Tabla 16: Análisis granulométrico del agregado fino*

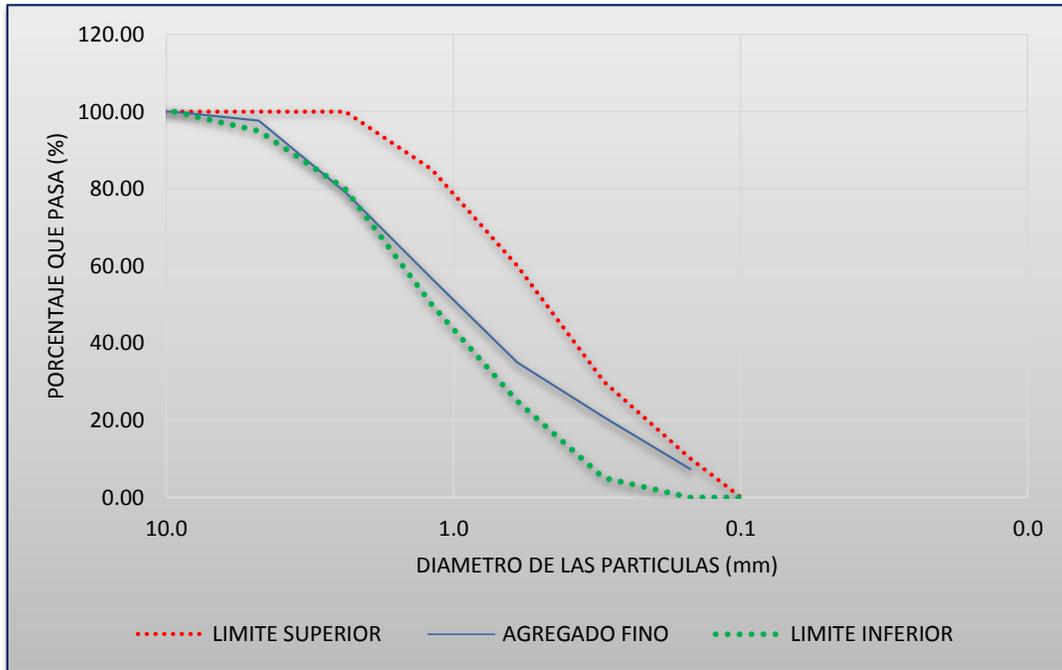
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C33
<b>1/2"</b>	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
<b>3/8"</b>	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
<b>N°4</b>	4.76	15.2	2.4	2.4	97.6	95 - 100
<b>N°8</b>	2.38	114.8	18.5	20.9	79.1	80 - 100
<b>N°16</b>	1.19	139.5	22.4	43.3	56.7	50 - 85
<b>N°30</b>	0.60	135.6	21.8	65.1	34.9	25 - 60
<b>N°50</b>	0.30	87.5	14.1	79.2	20.8	05 - 30
<b>N°100</b>	0.15	83.9	13.5	92.7	7.3	0 - 10
<b>Fondo</b>		45.5	7.3	100.0	0.0	0 - 0
	TOTAL:	622.0	100			

**Fuente:** Elaboración Propia

**Interpretación:** De acuerdo a la norma técnica peruana se utilizó tamices de diversas dimensiones como se muestra en la tabla, el porcentaje retenido acumulado nos

permitió calcular el M.F. de 3.04, una calibración máxima de N°4 y como calibración máximo nominal del agregado fino de N°8.

*Gráfico 1: Curva Granulométrica del agregado fino*



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Como se visualiza en el gráfico se puede comprobar que el porcentaje del agregado que pasa por las diversas mallas cumple con la normativa ASTM.

Luego de ello se comenzó a tamizar una muestra de 4,307.30 gr del agregado grueso que se obtuvo en la cantera de Trapiche, se obtuvo la siguiente información:

*Tabla 17: Análisis granulométrico del agregado grueso*

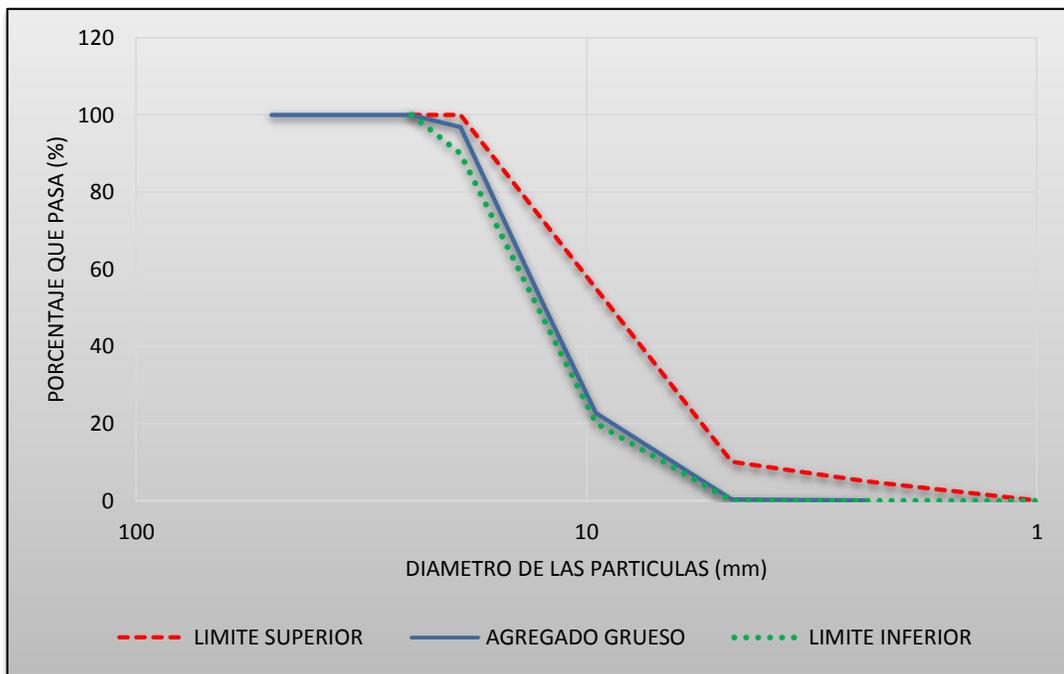
MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	139.0	3.2	3.2	96.8	90 - 100
1/2"	12.50	1.965.0	45.6	48.8	51.2	---
3/8"	9.53	1.225.0	28.4	77.2	22.8	20 - 55
N°4	4.76	968.0	22.5	99.7	0.3	0 - 10

N°8	2.38	7.2	0.2	99.9	0.1	0 - 5
N°16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
Fondo		3.1	0.1			
	TOTAL:	4,307.3	100			

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo a la información arrojada por los diversos tamices, tenemos un M.F. de 6.80, una calibración máxima es  $\frac{3}{4}$ " y como calibración máximo nominal del agregado grueso es  $\frac{1}{2}$ ".

Gráfico 2: Curva Granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Como se visualiza en el gráfico se puede comprobar que el porcentaje del agregado grueso que pasa por las diversas mallas cumple con la normativa ASTM.

#### 4.2.2 Peso unitario y vacíos del Agregado

De acuerdo el ASTM C 29 se define como el peso unitario incluye determinar la densidad total resultante entre la división entre la masa de un agregado en estado seco (con un cierto grado de suelto o compactación) y el volumen que ocupa, incluidas los vacíos de aire en las partículas y

absorción, expresada en  $\text{lbf/ft}^3$  ( $\text{kg/m}^3$ ). Los resultados obtenidos en esta prueba son necesarios se utiliza para dosificar la mezcla del concreto y la conversión de masa / volumen.

*Figura N° 11: Peso Unitario de agregado grueso*



**Fuente:** Elaboración propia

*Figura N° 12: Peso Unitario de agregado fino*



**Fuente:** Elaboración propio

**Método Suelto:** Se comenzó a pesar los moldes metálicos y la capacidad volumétrica, para después se colocar las muestras de los agregados gruesos y en otro molde los agregados finos sin apisonarla, con la ayuda de una regla se enrazo el material y luego de ello se pesa para determinar su peso, con ello tendremos la siguiente información:

*Tabla 18: Peso unitario y vacíos del agregado fino*

<b>Método Suelto del agregado fino</b>		<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>M - 3</b>
1. Peso de la muestra + molde	(gr)	6425	6408	6439
2. Peso del molde	(gr)	2363	2363	2363
3. Peso de la muestra (1 – 2)	(gr)	4062	4045	4076
4. Volumen del molde	(cc)	2760	2760	2760
5. Peso unitario suelto de la muestra	(gr/cc)	1.472	1.466	1.477
Promedio peso unitario suelto	(gr/cc)	1.471		

**Fuente:** Elaboración propio

*Tabla 19: Peso unitario y vacíos del agregado grueso*

<b>Método Suelto del agregado grueso</b>		<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>M - 3</b>
1. Peso de la muestra + molde	(gr)	30609	30608	30625
2. Peso del molde	(gr)	9800	9800	9800
3. Peso de la muestra (1 – 2)	(gr)	20809	20808	20825
4. Volumen del molde	(cc)	13950	13950	13950
5. Peso unitario suelto de la muestra	(gr/cc)	1.492	1.492	1.493
Promedio peso unitario suelto	(gr/cc)	1.492		

**Fuente:** Elaboración propio

**Interpretación:** Por lo tanto, se puede determinar un peso unitario seco promedio tanto para el agregado fino y el grueso suelto de 1471 kg/m<sup>3</sup> y 1492 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

**Método Compactado:** Determina el peso y el volumen del molde de metal, luego de ello se procedió colocar los materiales de agregado fino y grueso, de acuerdo con los parámetros estándar de ASTM C29, nos dice que coloquemos 1/3 de la altura de la capa en relación con el molde, apisonando cada capa 25 veces, y luego usemos una regla de metal para hacer que el material entre en el molde para enjuagar. y Luego llévelo a una báscula

electrónica para determinar su peso, de modo que se obtenga los siguientes datos:

*Tabla 20: Peso unitario y vacíos del agregado fino*

<b>Método compactado del agregado fino</b>	<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>M - 3</b>
1. Peso de la muestra + molde (gr)	7308	7301	7286
2. Peso del molde (gr)	2363	2363	2363
3. Peso de la muestra (1 – 2) (gr)	4945	4938	4923
4. Volumen del molde (cc)	2760	2760	2760
5. Peso unitario compactado de la muestra (gr/cc)	1.792	1.789	1.784
Promedio peso unitario compactado (gr/cc)	1.788		

**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 21: Peso unitario y vacíos de agregado grueso*

<b>Método compactado del agregado fino</b>	<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>M - 3</b>
1. Peso de la muestra + molde (gr)	32418	32408	32436
2. Peso del molde (gr)	9800	9800	9800
3. Peso de la muestra (1 – 2) (gr)	22618	22608	22636
4. Volumen del molde (cc)	13950	13950	13950
5. Peso unitario compactado de la muestra (gr/cc)	1.621	1.621	1.623
Promedio peso unitario compactado (gr/cc)	1.622		

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo a la tabla se puede visualizar un promedio del peso unitario seco tanto para el agregado fino y grueso compactado o apisonado de 1788 kg/m<sup>3</sup> y 1622 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

#### 4.2.3 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Se define como peso específico la cantidad de material que ocupa un determinado Volumen sin incluir vacíos. El peso específico es igual a la densidad en este ensayo específico.

*Figura N° 13: Agregación de la muestra en un recipiente, pesarlo y colocación al horno*



**Fuente:** Elaboración propia

*Figura N° 14: Verificación de la humedad en un molde cónico y llevarlo al horno*



**Fuente:** Elaboración propia

**Peso específico y absorción del agregado fino:** Mezclar y remover el agregado fino o la muestra de arena de la cantera de Trapiche, pasar por un tamiz No. 4, aproximadamente 1000 gramos, y verterlo en un recipiente

de metal, luego ponerlo a una temperatura ajustada a 110 °C, y esperar hasta que la muestra está seca y caliente, deje reposar de 1 a 3 horas hasta que se seque las muestras se pesaron después de enfriarlas a temperatura ambiente y los pesos de las muestras. Luego pese el matraz aforado lleno de agua, luego vierta el material en un matraz presecado, póngalo en un molde cónico para verificar su humedad y luego póngalo en un baño de agua con una temperatura de 21° a 25° durante aproximadamente una hora, y finalmente verter el material en el matraz sobre una placa de metal, hornearlo a 110 ° durante 24 horas, y luego pesarlo como muestra seca. De él se pueden obtener los siguientes datos:

*Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino*

<b>Peso espec. y absorción del agregado fino (ASTM C128)</b>	<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>PROMEDIO</b>
1. Peso de la arena s.s.s. + Peso Balon + Peso de agua (gr)	980.7	981.5	981.1
2. Peso de la arena s.s.s. + Peso balon (gr)	670.2	669.8	670.0
3. Peso del agua (W= 1 – 2) (gr)	310.5	311.7	311.1
4. Peso de la arena seca al horno + peso del balon (gr/cc)	663.1	662.5	662.80
5. Peso del balon N°2 (gr/cc)	170.2	169.8	170.00
6. Peso de la arena seca al horno (A= 4 – 5) (gr/cc)	492.9	492.7	492.80
7. Volumen del balón (V=500) (cc)	497.5	498.2	497.9
<b>RESULTADOS</b>			
Peso específico de la masa (P.E.M.=A/(V-W))	2.64	2.64	2.64
Peso espec. de la masa s.s.s. (P.E.M.S.S.S.=500/(V-W))	2.67	2.68	2.68
Peso específico aparente (P.E.A.=A/[(V-W) -(500-A)])	2.74	2.75	2.74
Porcentaje de absorción (%) [(500-A) /A*100]	1.4	1.5	1.5

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Obteniendo como peso específico de la masa promedio de 2.64 gr/cm<sup>3</sup>, peso específico de la masa s.s.s. promedio de 2.68 gr/cm<sup>3</sup>, peso específico aparente promedio es 2.74 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción del 1.50 %.

**Gravedad específica de sólidos:** Tomamos muestras o elegimos cuatro partes iguales para agregados gruesos. El tamaño máximo nominal es 1/2", y generalmente pesamos no menos de 2000gr; para limpiar estas muestras para eliminar el polvo u otras impurezas, nuestro peso es 2409.0 y 2478.0gr;

colóquelos en un recipiente con agua durante aproximadamente 24 horas, vierta muestras de agregados gruesos en la franela, seque la superficie y luego pese. Luego se sumerge la muestra en una canasta de acero para obtener su peso en el agua del material saturado; finalmente, se coloca en un horno sobre una bandeja de metal a una temperatura de 100° a 110° durante aproximadamente 24 horas, y luego se pesa, en para obtener los siguientes datos:

*Tabla 23: Gravedad específica de sólidos*

<b>Gravedad específica de sólidos (ASTM C127)</b>		<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	<b>PROMEDIO</b>
1. Peso de la muestra sumergida canastilla (gr)	A	1534.0	1578.0	1556.0
2. Peso muestra sat. Sup. Seca (gr)	B	2436.0	2508.0	2472.0
3. Peso muestra seca (gr)	C	2409.0	2478.0	2443.5
4. Peso específico sat. Sup. Seca = $B/B-A$ (gr/cc)		2.70	2.70	2.70
5. Peso específico de masa = $C/B-A$ (gr/cc)		2.67	2.66	2.67
6. Peso específico aparente = $C=C-A$ (gr/cc)		2.75	2.75	2.75
7. Absorción de agua = $((B-C)/C)*100$ (%)		1.1	1.2	1.2

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Obteniendo como peso específico de la masa promedio de 2.67 gr/cm<sup>3</sup>, peso específico s.s.s. promedio de 2.70 gr/cm<sup>3</sup>, peso específico aparente promedio es 2.75 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción del 1.20 %.

#### 4.2.4 Trabajabilidad del concreto en estado fresco

Durante los ensayos que se realizan en estado fresco se puede apreciar el comportamiento de la fibra en contacto con los agregados, cemento y el agua, por lo cual el ensayo que se utilizó para conocer la consistencia de la mezcla es la prueba de slump.

*Figura N° 15: Prueba de Asentamiento*



**Fuente:** Elaboración propia

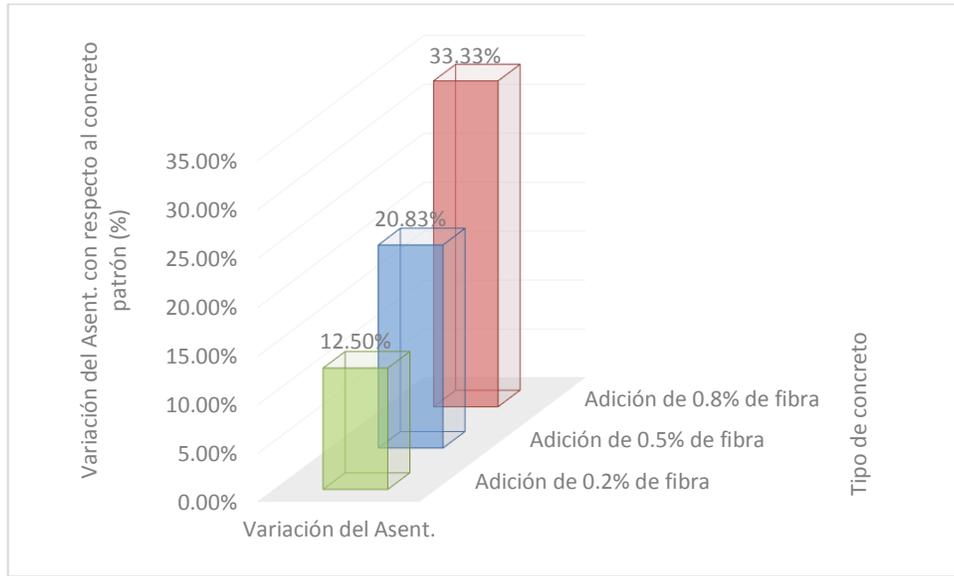
*Tabla 24: Variación porcentual del asentamiento de las diversas proporciones de fibra de vidrio con respecto al patrón*

Dosificación de Diseño de Mezcla								
% Fibra	Fibra (g)	Cemento (bol.)	A.G. (bol.)	A.F. (bol.)	Aditivo (gr.)	Agua (p3)	Asentamiento (pulg.)	Variación del asent. con respecto al patrón
<b>Patrón</b>	---	1	2.09	1.93	---	26.6	6.00	----- -
<b>0.20%</b>	126.8	1	2.09	1.93	80.0	26.6	5.25	12.50%
<b>0.50%</b>	317.1	1	2.09	1.93	80.0	26.6	4.75	20.83%
<b>0.80%</b>	507.3	1	2.09	1.93	80.0	26.6	4.00	33.33%

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo a la tabla se observa que cada vez que se le aumenta la proporción de fibra de vidrio a la mezcla del concreto, el asentamiento va hacer cada vez menor. Por lo tanto, es una proporción inversa entre la cantidad de fibra adicionada y el asentamiento. Es decir, que cuando más se le aumente la fibra menor será su asentamiento de cono. El mayor asentamiento que se tiene es el concreto patrón con 6", mientras que menor distancia llego solo a 4", por lo tanto, solo tiene 2" de diferencia respecto del mayor, esto respecta al concreto que cuenta con 0.80% de fibra.

Gráfico 3: Trabajabilidad del concreto fresco efecto porcentual de la fibra



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Mediante la observación y manipulación del hormigón durante el ensayo de asentamiento, se observó que si bien se obtuvo consistencia en el rango plástico (1" a 8" pulgadas), según el diseño del hormigón, la trabajabilidad de la mezcla de hormigón fue disminuyendo con el aumento del porcentaje de la fibra, esto se debe a que los filamentos de fibra de vidrio han capturado el cemento, el agua y los áridos finos, dejando una mezcla excesivamente densa, este problema se agrava a medida que aumenta el porcentaje de fibra añadida. Evita que la varilla de compactación entre en él.

#### 4.2.5 Ensayo a Compresión

Para evaluar la resistencia que tendrá el concreto con la capacidad de soportar una carga por unidad del área, por lo que se genera en términos de esfuerzo, por lo tanto, se realizará una comparación de su resistencia con el concreto patrón y con la adición de la fibra de vidrio.

Figura N° 16: Resistencia de la probeta cilíndrica en la prensa hidráulica



**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 25: Ensayo de compresión de especímenes cilíndricos de concreto (Norma ASTM C39-07 / NTP 339.034-11)*

<b>Patrón</b>		<b>CRF-01</b>		<b>CRF-02</b>		<b>CRF-03</b>	
0.00%		0.20%		0.50%		0.80%	
Resistencia Promedio		Resistencia Promedio		Resistencia Promedio		Resistencia Promedio	
7 días	181.47	7 días	240.20	7 días	284.2	7 días	280.87
14 días	239.47	14 días	267.67	14 días	293.57	14 días	293.00
28 días	297.93	28 días	311.43	28 días	308.07	28 días	311.57
% F'c Promedio		% F'c Promedio		% F'c Promedio		% F'c Promedio	
7 días	64.77	7 días	85.8	7 días	101.47	7 días	100.3
14 días	85.53	14 días	95.63	14 días	104.87	14 días	104.67
28 días	106.43	28 días	111.23	28 días	110.03	28 días	111.27

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Como se muestra en la tabla durante los primeros 7 días el concreto patrón alcanzó una resistencia de 181.47 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una similitud con la resistencia esperada de 64.77%, ya a los 28 días transcurridos alcanzo una resistencia de 297.93 kg/cm<sup>2</sup> por lo cual supero a la resistencia esperada del 6.43%, añadiendo la filamentos de vidrio de 0.2% a los 7 días alcanzo una resistencia promedio de 240.20kg/cm<sup>2</sup>, por cual se asemeja un 85.8% de resistencia esperada, a los 28 días alcanzo una resistencia de 311.43kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual supero a la resistencia

esperada en un 11.23%; respecto al 0.50% de filamentos de vidrio tubo 284.2kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual supero a la resistencia esperada en 1.47% en tan solo los 7 días, alcanzado a los 28 días llego una resistencia de 308.07kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual supero a la resistencia esperada a 10.03%, añadiendo 0.8% de fibra alcanzo un 280.87kg/cm<sup>2</sup> supero a la resistencia esperada en 100.3% en tan solo a los 7días, por lo tanto ya a los 28 días se vio que alcanzo una resistencia de 311.57kg/cm<sup>2</sup> superando así la resistencia estimada, teniendo 11.27% de variación en comparación con la resistencia que se planteó.

*Tabla 26: Evaluación de la resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup>.*

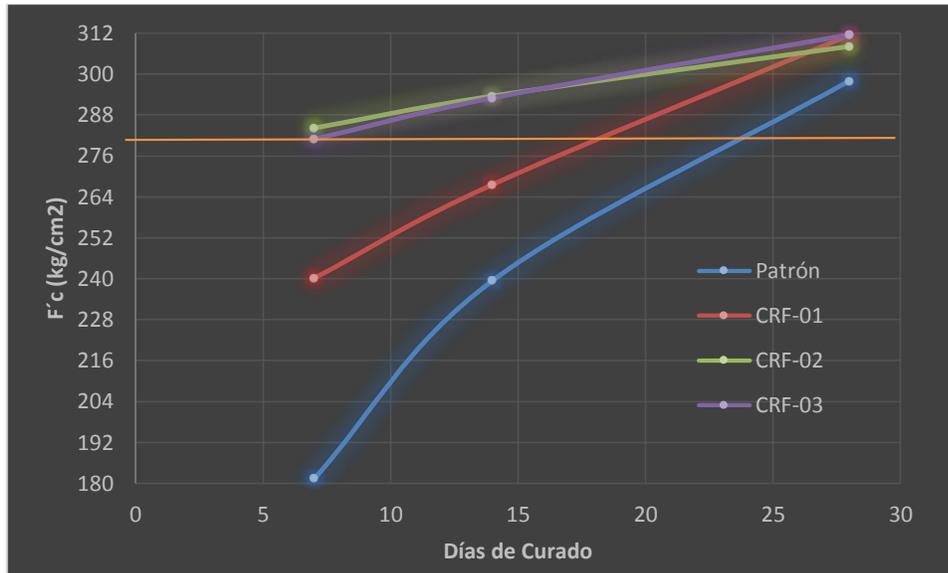
<b>Espécimen</b>	<b>% Fibra de vidrio</b>	<b>Promedio (E)</b>	<b>Curado (días)</b>
<b>CP</b>	0%	181.47	7
<b>CP</b>	0%	239.47	14
<b>CP</b>	0%	297.93	28
<b>CRF 1</b>	0.2%	240.2	7
<b>CRF 1</b>	0.2%	267.67	14
<b>CRF 1</b>	0.2%	311.43	28
<b>CRF 2</b>	0.5%	284.20	7
<b>CRF 2</b>	0.5%	293.57	14
<b>CRF 2</b>	0.5%	308.07	28
<b>CRF 3</b>	0.8%	280.87	7
<b>CRF 3</b>	0.8%	293.00	14
<b>CRF 3</b>	0.8%	311.57	28

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Como se muestra en el cuadro, la capacidad de resistencia que tiene cada probeta supera a la resistencia estimada, esto ocurre tanto para el concreto patrón y el concreto con fibra de vidrio, esto ocurre especialmente ya transcurrido a los 28 días, sin embargo, se observa que el 0.50% y 0.80% tienen a superar a la resistencia estimada en tan solo los

7 días de curado; aumentando entre 1.47% a 11.23% en comparación con el concreto patrón.

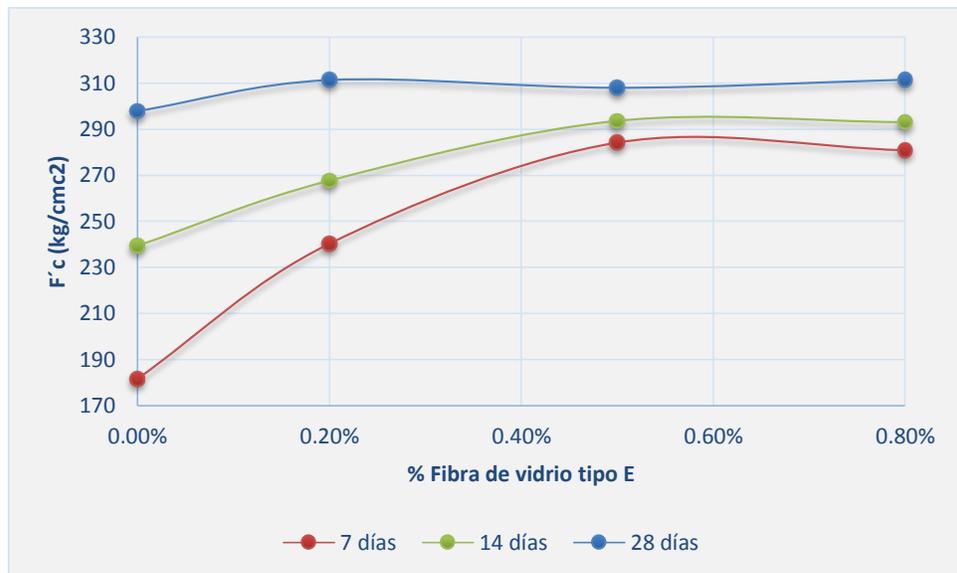
*Gráfico 4: Evaluación de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, para los grupos de prueba*



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo a la gráfica se puede apreciar el impacto que ocasiono el adicionamiento de fibra de vidrio a medida que se le aumenta en diferentes proporciones y a través del tiempo de los promedios de ensayos a compresión; alcanzado a los 28 días llegan al tope de su capacidad de resistencia que tiene el promedio de las probetas, además se observa que el concreto patrón y el CRF-01 a los 7 días tienen la capacidad de resistir a una escala 35.23% a 14.2% de variación con la resistencia requerida. En diferencia con el CRF-02 y CRF-03 tienen a aumentar su resistencia a temprana edad con una diferencia de 0.3% 1.47% respecto a la resistencia estimada.

*Gráfico 5: Impacto del % de fibra de Vidrio en la Resistencia a Compresión*



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo al gráfico 5 se observa que durante los 28 días la resistencia va creciendo, luego decrece y por último mantiene su resistencia, esto es debido que más fibras se proporcione al concreto esto tienda a disminuir su resistencia, por lo cual de añadiendo solo el 0.20% de fibra de vidrio esto va a tender a aumentar su resistencia en el transcurso del tiempo, ya que a los 28 días tubo una capacidad de resistir hasta 311.43kg/cm<sup>2</sup> en comparación con el concreto patrón de 297.93kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un variación de 4.5% de diferencia en su resistencia.

#### 4.2.6 Ensayo a Flexión

Por razones técnicas y prácticas, cuando comenzamos a estudiar en profundidad la tecnología del hormigón, elegimos la edad de 28 días. En términos de tecnología, el desarrollo de la resistencia de 28 días ya representó una gran proporción, y para la tecnología de la construcción, esperar ese período de tiempo no tuvo un impacto significativo en el progreso del proyecto. Práctico porque 28 días es un múltiplo del número de días de la semana y evita el vaciado del hormigón en los días laborables durante los días festivos. Pero las razones técnicas han cambiado significativamente, porque con los métodos de construcción actuales, 28 días pueden significar un trabajo decisivo en un volumen de hormigón de calidad desconocida.

Figura N° 17: Lectura de la Resistencia de la viga patrón y adición de fibra hasta la presentación de la falla



Fuente: Elaboración propia

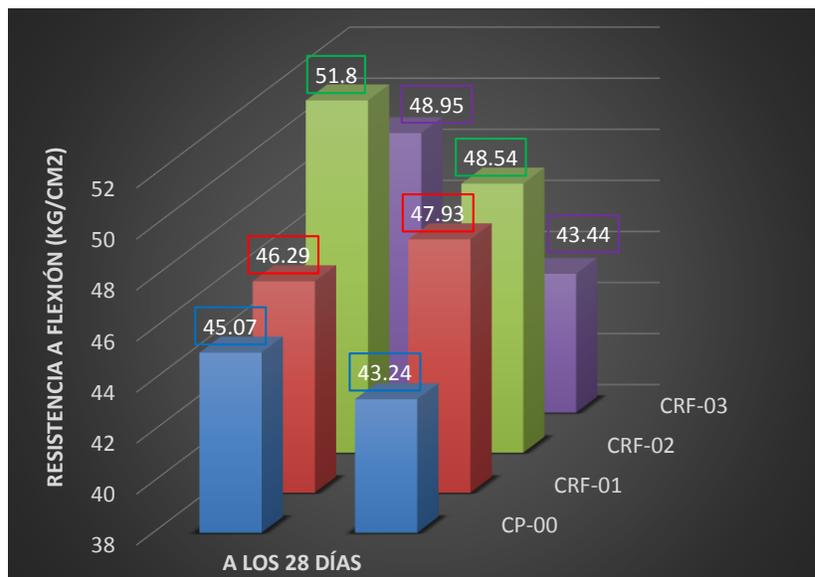
Tabla 27: Módulo de rotura de la viga por resistencia a Flexión de los diversos porcentajes de la fibra

Espécimen	Días de curado	%Fibra de vidrio	Fuerza máxima (kg.f)	M.R. (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio M.R.	Relación M.R. obtenido vs esperado
CP-0	28	0%	2253.5	45.07	44.15	1.05
CP-0	28	0%	2161.8	43.24		
CRF-1	28	0.2%	2314.7	46.29	47.11	1.12
CRF-1	28	0.2%	2396.3	47.93		
CRF-2	28	0.5%	2590.0	51.80	50.17	1.19
CRF-2	28	0.5%	2426.9	48.54		
CRF-3	28	0.8%	2447.3	48.95	46.19	1.10
CRF-3	28	0.8%	2172.0	43.44		
Promedio Total:					46.91	1.12

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la prueba se aplicó carga a la muestra con fibra de vidrio y sin fibra hasta que falló, y se registró la carga máxima transferida por la muestra durante el proceso, por lo cual se conoció el módulo de rotura de la viga, por lo tanto los resultados se muestran en la Tabla 27; se puede apreciar los cambios que se dio a los 28 días, los datos dados permiten visualizar la relación obtenida de acuerdo a las expectativas, para la edades de la evaluación.

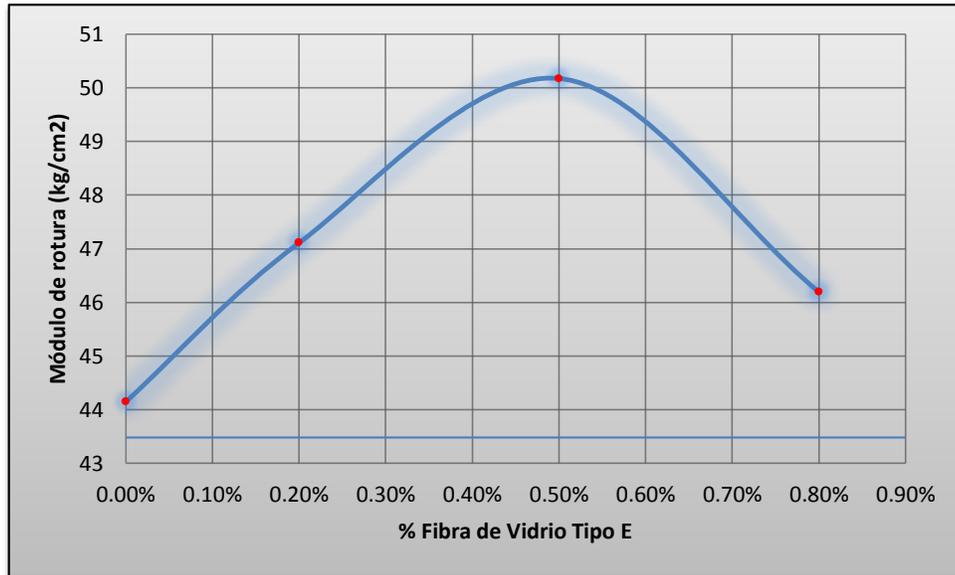
*Gráfico 6: Impacto de la resistencia a flexión por las diversas fibras añadidas a los 28 días*



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Durante la prueba de flexión, se observó que la resistencia del hormigón aumentó significativamente a los 28 días debido a que aumentó el porcentaje de fibras presentes en la mezcla de hormigón, como se muestra en el Gráfico 6, destacando que, en este sentido, conteniendo el 0,20% de fibra en el hormigón tiene la mayor resistencia a la flexión entre la edad de 28 días de curado, dando nos un promedio de 47.11 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con el concreto nos dio un valor de 44.15 kg/cm<sup>2</sup>, en cambio el valor más alto es 50.17 kg/cm<sup>2</sup> del promedio añadiendo solo el 0.5% de fibra durante los 28 días. Por su parte, los valores más bajos registrados para el hormigón estándar fueron 46.19 kg/cm<sup>2</sup>, que fueron a los 28 días del promedio de la fibra de vidrio 0.8%.

Gráfico 7: Impacto del % de fibra de vidrio tipo E en la Resistencia a Flexión



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se sacó unos datos donde el MR=42 es la cantidad que debe superar, de acuerdo a ello se observa en la gráfica que los valores dados en laboratorio el módulo de ruptura (kg/cm<sup>2</sup>) van desde 44 a 52 del promedio de la cantidad de vigas a la edad de 28 días, además se observa que la resistencia se incrementa a un punto máximo de 50.17 kg/cm<sup>2</sup> cuando se adiciona solo el 0.5% de fibra y empieza a disminuir cuando se le adiciona 0.8% reduciendo hasta 46.19 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.2.7 Ensayo de Módulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad se midió a los 28 días de edad, los resultados se obtuvieron por el método establecido por la norma ACI 318 2011, ASTM C469 y la tabla de prueba de compresión realizada sobre la probeta cilíndrica. La cantidad de adición de fibra de vidrio de la mezcla de prueba es 0.00%, 0.2%, 0.5% y 0.80%. Los resultados del módulo elástico se muestran en la Tabla 28.

Figura N° 18: Análisis del ensayo del Módulo de elasticidad en la maquina universal



**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 28: Módulo de Elasticidad de las diversas adiciones de fibra de acuerdo a la norma ACI 318 y Norma E.060*

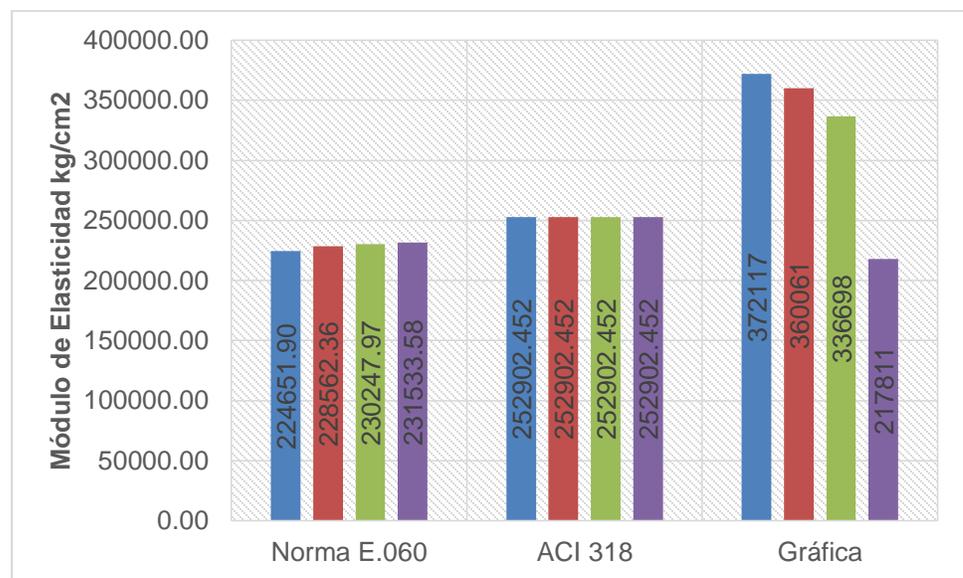
% De adición de fibra de vidrio tipo E	Módulo de Elasticidad "Ec" (kg/cm <sup>2</sup> )			Variación de "Ec" según gráfica con	
	Gráfica	ACI 318	NORMA E.060	ACI 318	NORMA E.060
Patrón	372117	252902.452	224651.90	1.47	1.66
0.20% de Fibra	360061	252902.452	228562.36	1.42	1.58
0.50% de Fibra	336698	252902.452	230247.97	1.33	1.46
0.80% de Fibra	217811	252902.452	231533.58	0.86	0.94

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** de acuerdo a la tabla se realizó ensayos para diversos porcentajes de adición de fibra (patrón, 0.20%, 0.50%, y 0.80%) a los 28 días de curado, según la Norma E.060, ACI 318 y los obtenidos de las gráficas. De acuerdo a la gráfica se observa que a medida que se le añade más fibra de vidrio esto va a tender a reducir, esto es debido que el Ec está en función del esfuerzo que se le está aplicando en relación con la deformación que se presenta, esto no guarda mucha relación con la norma ni mucho menos con el ACI 318, ya que su modulo tiende a

subir a medida que aumente la fibra. En los módulos otorgados por el laboratorio es que están en relación del esfuerzo de rotura y deformación de las probetas del hormigón, esto es debido a que no es un dato definido ya que son obtenidos experimentalmente, además no solo muestra la deformación de las probetas, sino que también muestra la deformación de la almohadilla de neopreno que se coloca sobre la muestra durante la prueba hasta que se aplica la carga, por lo que la mayoría de los diagramas de esfuerzos y deformaciones muestran una tendencia parabólica en la primera parte. La convexidad se debe a una deformación excesiva en los primeros segundos de la prueba, y la superficie cóncava de la última parte (debería serlo).

*Gráfico 8: Módulo de Elasticidad de las diversas adiciones de fibra de vidrio según la Norma E.060, ACI 318 y Gráfica a los 28 días de curado*



**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico se muestra el módulo de elasticidad en el día 28 de la prueba, según la norma E.060, el módulo de elasticidad está entre 224551.90 Kg/cm<sup>2</sup> y 231533.58 Kg/cm<sup>2</sup>, en contraposición con respecto al módulo obtenido con las gráficas esfuerzos vs deformación de 1.66%, 1.58%, 1.46% y 0.94% para la adición de 0.00%, 0.20%, 0.50% y 0.80% de fibra de vidrio respectivamente. Para ACI, el módulo de elasticidad es de 252902.452 Kg/cm<sup>2</sup>. El cambio relativo al

módulo obtenido por el diagrama esfuerzo vs deformación es 1.47%, 1.42%, 1.33% y 0.86% para la adición de 0.00%, 0.20%, 0.50% y 0.80% de fibra respectivamente. El módulo de elasticidad obtenido del diagrama de esfuerzos y deformaciones está comprendido entre 372117 Kg/cm<sup>2</sup> y 217811 Kg/cm<sup>2</sup>.

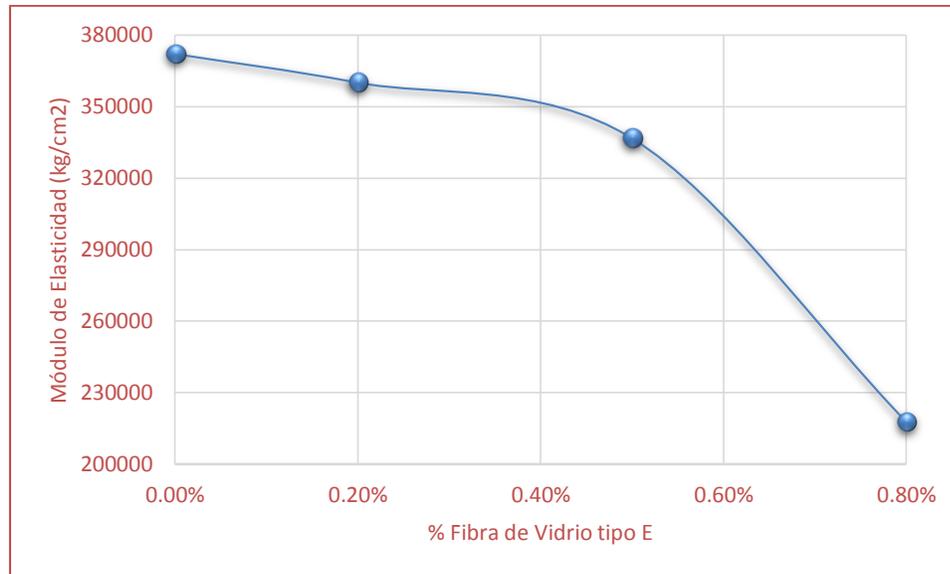
*Tabla 29: Variación porcentual de los Módulo de Elasticidad de los diversos porcentajes de fibra a los 28 días con respecto al patrón*

% De adición de fibra de vidrio tipo E	Módulo de Elasticidad "Ec" (kg/cm <sup>2</sup> )			Variación del "Ec" respecto al patrón (%)		
	Gráfica	ACI 318	Norma E.060	Gráfica	ACI 318	Norma E.060
Patrón	372117	252902.452	224651.90	-----	-----	-----
0.20% de Fibra	360061	252902.452	228562.36	-3.24%	-----	1.74%
0.50% de Fibra	336698	252902.452	230247.97	-9.52%	-----	2.49%
0.80% de Fibra	217811	252902.452	231533.58	-41.47%	-----	3.06%

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** En el grafico se muestra la variación porcentual por efecto de la fibra agregada sobre el módulo elástico en la prueba de 28 días. Se observa aquí que según la norma E.060, son 1.74%, 2.49% y 3.06%, con 0.20%, 0.50% y 0.80% de fibra de vidrio añadidos, respectivamente, cuando la cantidad de fibra añadida es mayor, hay una ligera tendencia al aumento. Los cambios en el ACI son constantes de acuerdo a su régimen. Cuando la cantidad de fibra añadida es mayor, hay una ligera tendencia de disminuir. Los cambios en el módulo de elasticidad obtenidos a partir de los diagramas de esfuerzo y deformaciones fueron -3.24%, -9.52% y -41.47% se iba decreciendo a medida que se aumenta la fibra que son de 0.20%, 0.50% y 0.80%, ya que esto es debido al esfuerzo que se le aplicaba a cada probeta.

*Gráfico 9: Curva del módulo de elasticidad de acuerdo a la variación de la fibra de vidrio en la probeta*



**Fuente:** Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que el concreto patrón su módulo de elasticidad fue de 372117 kg/cm<sup>2</sup> y luego de ello empezó a decrecer a medida que se le aumentaba la fibra de vidrio, cuando se le añadió 0.20% de fibra su módulo de elasticidad fue de 360061 kg/cm<sup>2</sup>, el de 0.50% fue de 336698 kg/cm<sup>2</sup> y el módulo de elasticidad más baja fue 217811 kg/cm<sup>2</sup> añadiendo 0.80% de fibra, sin embargo las demás proporciones cumple con la norma, excepto el 0.80% de fibra su  $E_c$  es muy bajo por lo cual no cumple con el limite requerido.

#### 4.2.8 Análisis de Costos

El análisis para el precio total de las cantidades de ensayos es de acuerdo al diseño de mezcla, por lo cual se realizó por 1m<sup>3</sup> de concreto, teniendo en cuenta el IGV de los materiales implementados

*Tabla 30: Costo Unitario de materiales para el hormigón patrón*

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial
Cemento	Bol.	9.647	22	212.23
Agregado fino	m <sup>3</sup>	0.371	34.1	12.65
Agregado grueso	m <sup>3</sup>	0.658	27.44	18.06
Agua	m <sup>3</sup>	0.246	4.5	1.11
Fibra de vidrio	kg	0.00	18.00	0.00
Aditivo Plast.	kg	0.00	24.50	0.00

Costo unitario para 1m3	S/.244.05
Volumen de Concreto m3	0.839
Costo Total	S/.204.76

**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 31: Costo Unitario de materiales para el hormigón con adición de 0.20% de fibra de vidrio*

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial
Hormigón	m3	1	22	244.05
Fibra de vidrio	kg	0.1268	18.00	2.28
Aditivo Plast.	kg	0.08	24.50	1.96
Costo unitario para 1m3				S/.248.29
Volumen de Concreto m3				0.803
Costo Total				S/.199.38

**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 32: Costo Unitario de materiales para el hormigón con adición de 0.50% de fibra de vidrio*

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial
Hormigón	m3	1	22	244.05
Fibra de vidrio	kg	0.3171	18.00	5.70
Aditivo Plast.	kg	0.08	24.50	1.96
Costo unitario para 1m3				S/.251.71
Volumen de Concreto m3				0.810
Costo Total				S/.203.89

**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 33: Costo Unitario de materiales para el hormigón con adición de 0.80% de fibra de vidrio*

Materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial
Hormigón	m3	1	22	244.05
Fibra de vidrio	kg	0.5073	18.00	9.13
Aditivo Plast.	kg	0.08	24.50	1.96
Costo unitario para 1m3				S/.255.14
Volumen de Concreto m3				0.802
Costo Total				S/.204.62

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo a las Tablas 30, 31, 32 y 33 se puede visualizar que todos los precios de adición de fibra son menores que al concreto patrón dando nos un precio de S/.204.76 para 1m3 para el precio unitario de los materiales, por

lo cual el precio de 0.20% de fibra es de S/.199.38, lo que representa un 97.37% con respecto al concreto patrón; para 0.50% es de S/.203.89, lo que representa un 99.58% con respecto al concreto patrón; para el 0.80% es de S/.204.62, lo que representa un 99.93% con respecto al concreto patrón; por lo tanto la variación del concreto es de 2.63%, 0.42% y 0.07% para la adición de fibra de vidrio con 0.20%, 0.50% y 0.80% de fibra de vidrio que disminuyó el precio.

## V. DISCUSIÓN

Según Senamhi (2019): realizó un análisis metodológico frente al inicio de lluvias del año 2017 de conocer cuanto afectará a los territorios costeros se presentaron anomalías de precipitación, por lo cual en primavera a verano tubo como probabilidad de tener un día húmedo del 95% con una precipitación de 6.16mm y su climatología es de 3.14mm, esto fue registrado en el año 2017. Por lo cual de acuerdo a los estudios de mi investigación se dio que en este año se tuvo una precipitación máxima de 1.8 mm/mes y una cantidad de humedad máximo fue de 85.50% entre los meses de enero y abril y la humedad relativa más baja del año es en setiembre con 5.52%. Esto se puede estimar que el clima no se mantendrá constante, sino todo lo contrario va a variar en el transcurso del tiempo, sin embargo, de acuerdo a las estadísticas la cantidad de humedad sigue siendo muy excesiva en estos meses ya mencionados.

De acuerdo a la Tabla 24 se puede apreciar los datos del ensayo en estado fresco para comprobar la trabajabilidad del concreto por medio del asentamiento, la muestra patrón tuvo un slump de 6", así mismo la muestra con 0.20% de fibra de vidrio tuvo un asentamiento de 5.25", la mezcla con 0.50% de fibra de vidrio tuvo un asentamiento de 4.75" y por último la mezcla con un 0.80% de fibra tuvo un asentamiento de 4.00", esto sirvió para realizar la dosificación del concreto tanto para las probetas y para las vigas. Esta información difiere mucho con otros tesis, ya que, según Arango y Anderson (2013) en su tesis "Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto". Concluyo que el concreto patrón su asentamiento debe ser de 19.7 cm, para 0.50% de fibra de vidrio tuvo un asentamiento de 18.0 cm, añadiendo solo 1% de fibra su asentamiento es de 14.0cm, añadiendo 1.5% de fibra

tuvo un asentamiento de 11.0cm, añadiendo 2% de fibra se tuvo un asentamiento de 7.00 cm y finalmente añadiendo a partir de 2.50% de fibra su asentamiento disminuyó a 3.00 cm. Otro tesista que difiere con los resultados es Huamán (2015) en su tesis “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio”. Concluye que el hormigón patrón su asentamiento es de 9.967cm respecto al promedio de las cantidades de muestras que se hizo, ya adicionando el 0.125% de fibra tuvo un promedio de asentamiento de 9.350cm, adicionando solo el 0.25% de fibra se tuvo un promedio de asentamiento de 8.75cm y finalmente el 0.50% de fibra adicionada tuvo un asentamiento de 7.817cm; tomando consideración de estos tesista tuvo una mediana variación con los resultados que se hizo en el laboratorio y con sus datos, esto es debido a que ellos utilizaron un tipo de fibra de vidrio diferente pero se asemeja mucho a las propiedades que benefician al concreto, además la diferencia de ellos se utilizó un aditivo superplastificante para que el concreto sea manejable.

De acuerdo a la grafica 4 se puede apreciar que la capacidad de resistencia que tiene el concreto sometido a una carga, tanto para el concreto patrón y con el adicionamiento de fibra en diferentes porcentajes. La probeta del hormigón patrón llegó a tener una capacidad de resistir hasta 297.93 kg/cm<sup>2</sup> en el tiempo de curado de 28 días, a si mismo tambien la capacidad de resistencia del 0.20% de adición fibra de vidrio tuvo una capacidad de 311.43kg/cm<sup>2</sup>, la muestra con 0.50% de fibra de vidrio alcanzo una resistencia hasta 308.7kg/cm<sup>2</sup>; finalmente tenemos el ultimo adición de fibra de vidrio de 0.80% llegó una resistencia de 311.57kg/cm<sup>2</sup>. Esta información se asemeja mucho a la investigación del tesista Huamán (2015) de acuerdo a sus resultados se vio un gran crecimiento en su resistencia en el promedio de la variación de probetas, en el promedio de las probetas patrón se tuvo una resistencia de 223.90kg/cm<sup>2</sup>, así mismo comenzando a adicionar fibra de vidrio de 0.125% su resistencia es de 228.44kg/cm<sup>2</sup>, luego de ello se empezó a usar 0.25% de fibra teniendo una resistencia hasta 232.17kg/cm<sup>2</sup>, por ultimo tenemos un 0.50% de fibra con una capacidad de resistir hasta 235.20kg/cm<sup>2</sup>, se observa que no tiene la misma cantidad, y es debido porque esto está hecho para un concreto de  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , lo que le asemeja es que los dos su resistencia tiende a aumentar a medida que se le adiciona cada vez más la fibra.

Por otro lado un tesista trabaja con la misma resistencia requerida, con lo que mi investigación está realizando, sin embargo difiere con los resultados, ya que según Arango y Anderson (2013) de acuerdo a sus resultados llevados a MPa desarrollados para los 28 días de curado, para el hormigón patrón es de 30.50MPa por lo cual convirtiendo en kg/cm<sup>2</sup> nos da un valor de 311.01kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, adicionando 0.50% de fibra de vidrio dio una resistencia de 29.95MPa convertidos en 305.41kg/cm<sup>2</sup>, adicionado 1% de fibra su resistencia es de 30.60MPa del promedio de probetas, convertido en kg/cm<sup>2</sup> nos da un valor de 312.03kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 1.5% de fibra nos da un valor de 29.15MPa convertido en kg/cm<sup>2</sup> nos da un valor de 297.25kg/cm<sup>2</sup>, para 2% de fibra de vidrio nos da un valor de 25.95MPa convertidos en kg/cm<sup>2</sup> nos da un valor de 264.62kg/cm<sup>2</sup>, finalmente tenemos el 2.5% de fibra de vidrio que tiene una capacidad de resistir hasta 14.30MPa convertido en kg/cm<sup>2</sup> tenemos un valor de 145.82kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto comparado con la investigación, se puede decir que contradice a lo resultados que tengo ya que su resistencia tiende a disminuir a medida que se le aumenta la fibra.

Tejada y Salvatierra (2019) en su tesis “Efecto de la fibra de vidrio Tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión y absorción del concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>”. Concluye que a la edad de 28 días de curado con tan solo adicionar 3% de fibra de vidrio alcanzo su máxima resistencia a flexión con 45.84kg/cm<sup>2</sup> de M.R. y su mínima resistencia alcanzo cuando tuvo un 7% de adición de fibra de vidrio con un 34.64kg/cm<sup>2</sup> de M.R.; sin embargo el 5% y 7% tuvieron un resultado de 39.17kg/cm<sup>2</sup> y 34.64kg/cm<sup>2</sup> respectivamente por lo cual esos resultados no ayudan a la resistencia a flexión ni mucho menos son tan cercanos a la resistencia requerida. Entonces esta investigación difiere un poco a lo que estoy investigando de acuerdo a mis resultados ya que su resultado empieza a disminuir antes de aumentar, ya que como se puede apreciar en el grafico 7 en el ensayo a flexión donde se tiene el promedio de las probetas patrón como las adición de fibra de vidrio de 0.20%, 0.50% y 0.80%; se aprecia que el 0.50% alcanza su máxima resistencia dando nos un valor de 50.17kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar 0.80% tiende a disminuir dándonos un valor de 46.19kg/cm<sup>2</sup>, por ultimo también tenemos los valores del patrón y el 0.20% de fibra de

vidrio, de acuerdo al resultado es de 44.15kg/cm<sup>2</sup> y 47.11kg/cm<sup>2</sup> de M.R.; a pesar de ello, que el módulo de rotura alcanza hasta el 0.50% y el 0.80% tiende a disminuir están en el rango al resistencia requerida. Por otro lado, Huamán (2015) concuerda con los resultados de mi investigación ya que su módulo de ruptura va creciendo a medida que se le aumente la fibra de vidrio, para el concreto patrón tuvo un resultado de M.R.=33.12kg/cm<sup>2</sup>, ya adicionando la fibra de 0.125% su M.R.=37.40kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 0.25% de fibra su M.R.=39.01kg/cm<sup>2</sup> y finalmente tenemos la fibra de vidrio con 0.50% de adición dando nos un resultado de M.R.=45.11kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo aunque su módulo de ruptura no es para un concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  sino para un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  su elasticidad va aumentar a medida que se le adiciona la fibra de vidrio.

Según Huamán (2015) utilizo la norma E.060 y el ACI 363R como referencia para conocer el límite que debe superar el concreto con fibra de vidrio, por lo tanto para conocer a profundidad se ira inmediatamente a ver el módulo de elasticidad en el tiempo de 28 días de curado; de acuerdo a ello el hormigón patrón se tuvo un  $E_c=204631.83\text{kg/cm}^2$  del promedio del total de las probetas, sin embargo no llego al límite de acuerdo a las normas y así va hacer para cada uno de las fibras, además a medida que se le aumente la fibra de vidrio esto va a tender a subir, cuando se le adiciona 0.125% de fibra su  $E_c$  es de 204877.85kg/cm<sup>2</sup>, adicionando ya 0.25% de fibra su  $E_c$  es de 204731.75kg/cm<sup>2</sup>, finalmente tenemos la misma proporción que mi tesis que es de 0.50% de adición de fibra que nos da un valor de  $E_c=210321.91\text{kg/cm}^2$ , debemos tener en cuenta que esto está para un concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . De acuerdo a ello discrepa mucho a los resultados de mi tesis debido a que esto tiende a disminuir a medida que se le aumente la fibra de vidrio, sin embargo, si cumple con la norma E.060 y nosotros usamos como referencia el ACI 318 que esta para un concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , por lo cual todas las  $E_c$  cumple con la norma, para el hormigón patrón tenemos un  $E_c$  de 372117kg/cm<sup>2</sup>, ya adicionando la fibra esto tiende a disminuir como el 0.20% de fibra de vidrio su  $E_c$  es de 360061kg/cm<sup>2</sup>, para el 0.50% de fibra de vidrio su  $E_c$  es de 336698kg/cm<sup>2</sup> aquí se observa que aumenta un poco, sin embargo ya adicionando 0.80% su resistencia tiene a disminuir dándonos un  $E_c$  de

217811kg/cm<sup>2</sup> y es único resultado que no cumple con la norma por lo cual no sirve mucho para usarlo. Según Osorio, Jesús (2020) en su artículo nos dice que uno de los diversos ensayos más relevantes del diseño de hormigón armado es el módulo de elasticidad, ya que éste incide en la deflexión, deriva y rigidez de la estructura, además conocer la deformación que se puede presentar en el momento de un terremoto.

Según García (2017) en su tesis “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Puno” nos dice que el costo de producción de concreto normal, tomando solo en cuenta el costo unitario de los materiales de acuerdo a 1m<sup>3</sup> de concreto sin fibra es de S/.283.83 y con 0.025% de fibra ese precio disminuye a S/. 275.48, lo que representa que el precio va disminuyó hasta un 2.94% del costo de producción. Por lo tanto, tomando en consideración su resultado y su investigación, se asemeja mucho al precio que se tuvo S/.204.76 respecto al patrón, para adición de fibra de vidrio 0.20% salió un costo de S/.199.38, para la adición de fibra de vidrio 0.50% su costo es de S/.203.89 y finalmente tenemos el precio del 0.80% de adición de fibra de un costo de S/.204.62, por lo cual esto a base de un concreto de 1m<sup>3</sup> para una columna de tipo C2 para una área tributaria de 20m<sup>2</sup>.

## VI. CONCLUSIONES

### Conclusión General

El impacto que va ocasionar el adiconamiento de fibra de vidrio en diversos porcentajes de 0.20%, 0.50% y 0.80% respecto al peso de la mezcla, la resistencia y el módulo de ruptura va ir creciendo a medida que se le aumente la fibra de vidrio, sin embargo, la elasticidad del concreto va a decrecer a medida que se le aumente el esfuerzo y la cantidad de fibra, además el costo de producción va reducir.

### Conclusión Específicos

Las conclusiones se dividen de acuerdo a los objetivos que se planteó respecto a los ensayos que se llevó al laboratorio y conocer precio de producción. Dicha conclusión son las siguientes:

1. Se pudo comprobar que a medida que se aumenta la fibra de vidrio la resistencia del concreto aumenta en gran proporción, en relación con el concreto patrón y el resistencia requerida aumento hasta 6.43%, a partir que se le adicono más fibra como en caso de 0.20% de fibra de vidrio aumento hasta 11.23% respecto al resistencia requerida, para el 0.50% de fibra de vidrio aumento a una escala de 10.03% respecto a la resistencia requerida, por ultimo tenemos al 0.80% de fibra de vidrio que aumento hasta 11.27% de resistencia respecto a lo requerido. Se puede decir que a medida que se le aumente la fibra su resistencia aumentará.
2. Se determinó que el módulo de ruptura por el ensayo de flexión va incrementado a medida que se le adiciona fibra de vidrio, ganando una resistencia mayor a lo que se espera, para el concreto patrón se tuvo un M.R. de 1.05% mayor a lo que se requiere, ya adiconando fibra de vidrio de 0.20% se tuvo un M.R. 1.12% mayor en relación a lo requerido, adiconando una fibra de 0.50% su M.R. aumenta hasta 1.19% mayor a lo que se espera, por último el 0.80% de fibra de vidrio tuvo un M.R. 1.10% mayor a lo que se espera.

3. Se determinó que el módulo de elasticidad si varia a medida que se aumenta la fibra de vidrio ocasionando que poco a poco el resultado disminuya llegando a un grado que el  $E_c$  no esté en el rango esperado, por lo cual el concreto patrón supera el  $E_c$  en comparación con el ACI 318 y la norma E.060 en 1.47% y 1.66% respectivamente, a partir que se le adiciona la fibra de vidrio a un 0.20% el  $E_c$  supera en un 1.42% y 1.58% respecto el ACI y la Norma E.060 respectivamente, por ultimo tenemos el 0.50% de fibra aumentando el  $E_c$  en 1.33% y 1.46% respecto al ACI y la Norma E.60; estos tres adiconamiento cumplen con el reglamento de limite, sin embargo el 0.80% de fibra de vidrio tiende a disminuir rápidamente llegando hasta 0.86% y 0.94% respecto al ACI y la norma, por lo cual este material se considera inservible ya que podría afectar demasiado a la estructura.
4. Se determino que el costo de producción adicionando fibra de vidrio va a variar significativamente en relación para un concreto de 1m<sup>3</sup>, para el 0.20% de adición de fibra la variación del concreto es de 2.63% respecto al precio del concreto patrón, asimismo salio el costo para el 0.50% de fibra de vidrio dando nos un 0.42% de variación de costo y por ultimo tenemos el 0.80% de fibra de vidrio tenemos una variación de tan solo un 0.07% respecto al precio del concreto tradicional.

## VII. RECOMENDACIONES

Se aconseja de acuerdo a la investigación que mayor a 2% de fibra de vidrio respecto al peso de la mezcla no se debe trabajar debido que durante en la prueba de asentamiento se observó que el material secaba rápidamente apenas que estaba contacto con el agua, para ello se utilizó el aditivo superplastificante, por ello se debe trabajar menor a 1.5%.

Se sugiere que para tener mejor resultados para futuras investigaciones es de utilizar la fibra de vidrio tipo AR, ya que en otros países existe una técnica para conocer el diseño de mezcla estándar, por lo cual se ha visto que algunas obras implementan este tipo de fibra de vidrio.

Se recomienda realizar otros ensayos para conocer mayor los beneficios de este material como el ensayo de penetración de agua, la tracción indirecta, ultrasonidos y aire ocluido.

Se aconseja para tener un óptimo resultado de mezclado para el CRF, es de seguir la secuencia de vaciar en la mezcladora el agua efectiva, cemento, agregado grueso y fino, finalmente los filamentos de vidrio, además se suele echar un 80gr de aditivo superplastificante para una mejor trabajabilidad, teniendo así una mejor distribución de los filamentos.

## REFERENCIAS

Alzamora, Luis (2017). Los modelos de investigación científica. Estados Unidos: University of Miami. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/alzamoradelosgodos/diseos-experimentales-79390115>

Amaya, S. y Ramirez, M. (2019). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia. 106pp.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Manual of concrete practice. Part1: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91). Estados Unidos: ACI, 2002 v1 p. 1-38.

Águila, Victoria (2010). Características Físicas y Mecánicas de hormigones reforzados con fibras de: vidrio, carbono y aramida. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Aguilar, O., Rodríguez, E. y Sermeño, M. (2009). Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio. San Salvador: Universidad del Salvador. Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2038/1/Determinaci%C3%B3n de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la Norma ASTM C 1074 en viviendas de concreto coladas en el sitio.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2038/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20resistencia%20del%20concreto%20a%20edades%20tempranas%20bajo%20la%20Norma%20ASTM%20C%201074%20en%20viviendas%20de%20concreto%20coladas%20en%20el%20sitio.pdf)

Arango, S. y Zapata J. (2013). Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto. Medellín: Universidad EAFIT. Disponible en: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8510/Samuel\\_ArangoCordoba\\_JhonAnderson\\_ZapataSierra\\_2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8510/Samuel_ArangoCordoba_JhonAnderson_ZapataSierra_2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Avellaneda, A. (2019). Relación de la resistencia a la compresión y módulo de rotura del concreto hidráulico con presencia de fibra metálicas con materiales del río barragán. Bobota D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32457/avellaneda%20sanchezandreadelpilar2019.pdf?sequence=1>

Bono, Roser (2016). Diseño Cuasi-Experimentales y Longitudinales. España: Universidad de Barcelona. Disponible en:

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

Cañas, José (2018). Densidad total (Peso unitario) y vacíos en agregados para concreto. El salvador: Universidad Centro Americana. Disponible en:

<https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/PESOS%20UNITARIOS%20Y%20%25%20VACIOS.pdf>

Castillero, Oscar (2015). Variable dependiente e independiente: qué son, con ejemplos. España: Universidad de Barcelona. Psicología y Mente. Disponible en:

<https://psicologiaymente.com/miscelanea/variable-dependiente-independiente>

CAPECO (2016). Costos y Presupuestos Edificación (En línea). Lima: Elaborado por la cámara de peruana de la construcción. 375pp. Disponible en:

[https://issuu.com/trialh/docs/costos\\_y\\_presupuestos\\_edificacion\\_-/13](https://issuu.com/trialh/docs/costos_y_presupuestos_edificacion_-/13)

Castiblanco, C. y Carrero, L. (2015). Estudio teórico y experimental del comportamiento del hormigón con materiales no convencionales: fibras de vidrio y fibras de carbono, sometido a esfuerzos de compresión. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia. 88pp. Disponible en:

<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2736/2/RAE%20INSTITUCIONAL%20ESTUDIO%20TE%c3%93RIC>

Castro et al. (2020). Informe Técnico “Análisis del Periodo Lluvioso 2019/2020 a nivel nacional”. Perú: Ministerio del Ambiente. Disponible en:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1325635/INFORME-LLUVIAS-2019-2020%20FINAL-29-09-2020v2.pdf>

Castro, Julio (2016). Las fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, aplicadas como fibras de refuerzo en la elaboración de morteros de cemento. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. 102pp.

CEMEX (2019). ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? Artículo de construcción de Perú. Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

Choque, C. y Paye Y. (2019). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra de vidrio a elevadas temperaturas. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Enfedaque, A y Gálvez, J. (2015). Comparación del comportamiento en fractura de morteros de cemento reforzados con fibra de vidrio (GRC) expuestos a la intemperie y conservados en laboratorio. Vol.32. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 225p. Disponible en: [http://oa.upm.es/42246/1/INVE MEM 2015 227294.pdf](http://oa.upm.es/42246/1/INVE_MEM_2015_227294.pdf)

Espinoza, Eleonora (2016). Universo, muestra y muestreo. España: UIC Barcelona Universitat Internacional de Catalunya. Disponible en:

<http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>

Fernández, M. (2018). Planteamiento de estudios experimentales y cuasiexperimentales. Artículo de Investigación. Disponible en: <http://www.ub.edu/disin/sites/default/files/Tema%201%20M5-M6.pdf>

García, Bleger (2017). 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. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. 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)

García, C., Huamán, J., Rodríguez, S. y Ruiz, J. (2018). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (ASTM C143 y NTP

339.035). Trujillo: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://qdoc.tips/asentamiento-del-concreto-ntp-339035-pdf-free.html>

Huamán, Alexander (2015). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/633>

Liu, Kai-Wen, Yue, Fei, Su, Qian, Zhou, Chuanbin, Xiong, Zhipeng y He, Yi (2020). Assessment of the use of fiberglass-reinforced foam concrete in high-speed railway bridge approach involving foundation cost comparison. Vol. 23 Issue 2, Advances in Structural Engineering. Pág. 388-396. ISSN: 13694332

López, Pedro (2004). Población muestra y muestreo. Artículo de Punto Cero v.09 n.08 Cochabamba. Versión On-line ISSN: 1815-0276. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)

Lozada, José (2014). Investigación Aplicada. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. ISSN: 1390-9592, Vol. 3 N°1. Pags 47-50. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20aplicada%20busca%20la,la%20teor%C3%ADa%20y%20el%20producto.>

Morales, Sergio (2008). Fibra de vidrio, pruebas y aplicaciones. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional. Disponible en:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4698/129.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moreno, E. (2017). La confiabilidad en una investigación. Metodología de investigación. Publicado en Blooger. Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2017/06/que-es-la-confiabilidad-en-una.html?m=0>

Osorio, Jesús (2020). ¿Qué es el módulo de elasticidad en el concreto? Artículo de Argos. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>

Ouedraogo, I y Zapata, J. (2014). Características físicas y mecánicas de hormigones reforzados con fibras de vidrio e influencia del porcentaje de fibra adicionado. Quito: Pontifica Universidad Católica del Ecuador. 217pp. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12095/CARACTER%c3%8dSTI CAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rafa, R. (2020). Diseño de Mezcla de Concreto ACI COMITÉ 211. México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Disponible en: [https://www.academia.edu/40296179/Dise%C3%B1o\\_demezclas\\_deConcretoACI\\_COMIT%C3%89\\_211](https://www.academia.edu/40296179/Dise%C3%B1o_demezclas_deConcretoACI_COMIT%C3%89_211)

Ramos, Carina (2019). Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma. Tarma: Universidad Católica Sedes Sapientiae. Pág. 18-19.

RNE (2020). E.060 Concreto Armado. Perú: Instituto de la construcción y gerencia Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

S. Herrera, M Polo (2017). Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica. Arequipa: Universidad nacional de San Agustín de Arequipa. Disponible en: <https://1library.co/document/zx52jl4q-propiedades-mecanicas-concreto-utilizando-naturales-sinteticas-retraccion-plastica.html>

Seguro, J. (2021). Resistencia del concreto para construir viviendas seguras. (En línea) Aceros Arequipa. Disponible en: <https://www.construyendoseguro.com/resistencia-del-concreto-para-construir-viviendas-seguras/>

SENAMHI (2018). Diagnóstico de la temporada de lluvias 2017 – 2018. Perú: Ministerio de defensa, artículo del instituto nacional de defensa civil. Disponible en: [https://www.indeci.gob.pe/images/contenido/ESCENARIO\\_jR6kS.pdf](https://www.indeci.gob.pe/images/contenido/ESCENARIO_jR6kS.pdf)

Serrano, Paula (2019). Tipos de humedades en edificios y cómo afectan a los edificios. Artículo publicado en: Aislamiento y humedad. Disponible en: <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/diferentes-tipos-humedades-como-afectan-edificios.html>

Tejada, E. y Salvatierra, L. (2019). Efecto de la fibra de vidrio Tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión y absorción del concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Trujillo: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39655/Tejada\\_AEG-Salvatierra\\_OLF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39655/Tejada_AEG-Salvatierra_OLF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vila, Euclides (2019). Análisis comparativo del comportamiento estructural en flexión, entre vigas reforzadas con varillas de vidrio frente a las reforzadas con acero. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3349/VILA%20CARBAJAL%20EUCLIDES%20GLICERIO-%20TITULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villamundria, Sandra (2014). Modificación de las propiedades del hormigón al ser reforzado con fibra de vidrio AR. España: Universidad de Oviedo. Disponible en: [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/33775/TFM\\_SandraVillamundria%20Rivera.pdf;jsessionid=6252D203E54CBC953012790D3D99A1F6?sequence=1](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/33775/TFM_SandraVillamundria%20Rivera.pdf;jsessionid=6252D203E54CBC953012790D3D99A1F6?sequence=1)

НИИЖБ (2014). РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ КОНСТРУКЦИЙ СО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ. Москва: Институт строительства и архитектуры Госстроя БССР ИС и А.

<http://www.alientechologies.ru/docs/frp-rebar-recomendations.pdf>

邓宗才; 陈海龙 (2019). 集束型玻璃纤维混凝土轴拉、弯曲和断裂性能。北京：哈尔滨工程大学学报。

[http://qikan.cqvip.com/article/detail.aspx?id=7001926134&from=journal\\_article](http://qikan.cqvip.com/article/detail.aspx?id=7001926134&from=journal_article)

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.

Anexo 2: Matriz de consistencia.

Anexo 3: Cotización – LEM MTL Geotecnia.

Anexo 4: Pantallazo del Software Turnitin.

Anexo 5: Norma NTE E.060.

Anexo 6: Panel Fotográfico.

Anexo 7: Resultados de los ensayos de laboratorio.

Anexo 8: Certificado de calibración de los equipos de laboratorio.

Anexo 9: Boleta de la fibra de vidrio tipo E

## ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X) Fibra de vidrio tipo E	Las fibras de vidrio son de un material muy resistente debido a sus propiedades y compuesto por resina, que le ayuda generar resistencia a la erosión química y del medio ambiente, por lo tanto, este material no se pudre, ni se destruye debido la humedad o a los ácidos. (Rodríguez J., Rubio C. y Hernández M., 2018)	El desarrollo del concreto adicionando fibra de vidrio va estar compuesta por Cemento Portland, agregados, agua y fibra de vidrio tipo E. La proporción de adicionar la fibra de vidrio será de un porcentaje de 0.2%, 0.5% y 0.8%, que será distribuido de manera aleatoria, los hilos cortados se mezclarán con el cemento, agregados y agua.	Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de adiconamiento de fibra de vidrio en 0.2%, 0.5%, 0.8%</li> <li>• Proporción de las mezclas de concreto 280kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	Razón
			Tipos de Fibras de Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición</li> <li>• Composición</li> <li>• Características</li> <li>• Aplicación</li> </ul>	Ordinal
			Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la compresión (<math>f'c=Kg/cm^2</math>)</li> <li>• Resistencia a la flexión (<math>Kg/cm^2</math>)</li> <li>• Módulo de Elasticidad (<math>Kg/cm^2</math>)</li> </ul>	Razón
			Presupuesto	Precio de producción del concreto adicionando fibra de vidrio	Razón
Variable Dependiente (Y) Propiedades mecánicas del concreto $f'c=280kg/cm^2$	La resistencia a compresión es la característica mecánica principal del concreto, debido a su dureza de resistir a una carga. La finalidad de realizar este ensayo es de saber si el concreto reforzado va a cumplir con la resistencia especificada ( $f'c$ ), por lo cual se utilizan probetas cilíndricas. (Cemex, 2019)	La resistencia a compresión durante la investigación se medirá mediante ensayos de fractura de probetas, el ensayo se realizará en un equipo de compresión de concreto usando probetas cilíndricas el cual tendrá el tamaño de 6x12 pulgadas.	Resistencia a compresión	Ensayo a la resistencia a la compresión	Razón
			Resistencia a flexión	Ensayo a la resistencia a la flexión	
			Módulo de elasticidad	Ensayo de Módulo de Elasticidad	
			Nomás Legales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RNE E-070 Albañilería</li> <li>• RNE E-060 Concreto Armado</li> </ul>	

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: "Impacto de la fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2021"**

Autor: Sandoval Asurza Daniel Teófilo,

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente (X) Fibra de Vidrio Tipo E	Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de adición de fibra de vidrio en 0.2%, 0.5%, 0.8%</li> <li>Proporción de las mezclas de concreto 280kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Norma ACI- COMITÉ 211</li> <li>*Norma ASTM C31</li> </ul>
¿Cuál será el impacto de adicionar fibra de vidrio Tipo E en las propiedades mecánicas del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> , Lima, 2021?	Evaluar el impacto al adicionar fibra de vidrio Tipo E en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> , Lima, 2021	Al adicionar fibra de vidrio Tipo E las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> varían significativamente, Lima, 2021		Tipos de Fibras de Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición</li> <li>Composición</li> <li>Características</li> <li>Aplicación</li> </ul>	Ficha de recopilación de datos
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:		Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a compresión(<math>f'b=Kg/cm^2</math>)</li> <li>Resistencia a flexión(Kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>Módulo de Elasticidad(Kg/cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	Ficha de recopilación de datos
¿Cuál será la resistencia a compresión del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibra de vidrio Tipo E?	Determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibra de vidrio Tipo E	La resistencia a compresión del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> varía con adición de fibra de vidrio Tipo E		Presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precio de producción del concreto adicionando fibra de vidrio</li> </ul>	Ficha de recopilación de datos
¿Cuál será la resistencia a flexión del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibra de vidrio Tipo E?	Determinar la resistencia a flexión del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibra de vidrio Tipo E	La resistencia a flexión del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> varía con adición de fibra de vidrio Tipo E		Resistencia a compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo a la resistencia a compresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantilla de Excel (cálculos)</li> <li>Prueba de rotura de concreto (maquina de compresión de concreto)</li> <li>NTP 339.034, ASTM C-39</li> </ul>
¿Cuál será el Módulo de Elasticidad del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibra de vidrio Tipo E?	Determinar el Módulo de Elasticidad del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> con adición de fibra de vidrio Tipo E	El Módulo de Elasticidad del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> varía con adición de fibra de vidrio Tipo E	Variable Dependiente (Y) Propiedades mecánicas del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo a la resistencia a flexión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASTM C78, MTC E 709, ASTM C31</li> <li>Plantilla de Excel (cálculos)</li> <li>Ensayo de laboratorio</li> </ul>
¿Cuáles serán los costos estimados al adicionar fibra de vidrio Tipo E al concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Determinar los costos estimados al adicionar fibra de vidrio Tipo E al concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	Los costos del concreto $f'c= 280$ kg/cm <sup>2</sup> varían al adicionar fibra de vidrio Tipo E	Módulo de Elasticidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo de Módulo de Elasticidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo de laboratorio</li> <li>Curva de Esfuerzo - Deformación (ASTM C469)</li> <li>ASTM C469, ASTM C192 y ASTM C31</li> </ul>	
			Normas Legales	<ul style="list-style-type: none"> <li>RNE E-070 Albañilería</li> <li>RNE E-060 Concreto Armado</li> </ul>	Protocolo	

## ANEXO 3: COTIZACIÓN – LEM MTL GEOTECNIA

	<b>FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS</b>		COT. N° 558-LEM-21	
<b>MTL GEOTECNIA</b> RUC 20600375262				
REFERENCIA	Solicitado presencialmente el 16/09/2021			
SOLICITANTE	---			
ATENCIÓN	Daniel Sandoval Azurza			
TESIS	"Impacto de la fibra de vidrio tipo "E" en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> - Lima 2021"			
UBICACIÓN	Lima			
FECHA	San Martín de Porres, 16 de septiembre de 2021			

EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO							
ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND.	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL	
1.0	<b>ENSAYOS EN LABORATORIO DE CONCRETO</b>						
1.1	Diseño de mezcla 280 kg/cm <sup>2</sup> (ensayos físicos granulometría, peso unitario, absorción, peso específico, humedad)	ACI 211	Und	1	S/.	300.00	S/.
1.2	Dosificación probetas 4x8 pulg (Patrón, 0.5%, 2.5% y 4.0% de fibra de vidrio) Incluye moldeo, curado y slump.	ASTM C31	Und	48	S/.	18.00	S/.
1.3	Ensayo a compresión (7, 14 Y 28 DIAS)	ASTM C39	Und	36	S/.	15.00	S/.
1.4	Flexión de vigas	ASTM C78	Und	8	S/.	15.00	S/.
1.5	ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD (01 probetas de 2"x4" por cada diseño a 28 días)	ASTM C469	Und	4	S/.	390.00	S/.
1.6	Materiales (200 kg de agredo fino y 200 kg de agregado grueso 2 bolsas de cemento)	---	Und	1	S/.	116.00	S/.
						<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/.</b>
							<b>3,500.00</b>

**NOTAS / ANOTACIONES:**

- \* Validez de oferta 30 días desde su emisión
- \* El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- \* **ENTREGA DE RESULTADOS: 32 DIAS CALENDARIO.**

**FORMA DE PAGO:**  
50% adelanto para comenzar los trabajos  
50% a la entrega de los resultados.

**CUENTAS DE PAGO:**  
CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL  
AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965  
AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32  
CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32

  
**MTL GEOTECNIA S.A.C**  
**RUC: 20600375262**  
**DANY CCOTO TRUJILLO**

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)  
 Telf.: (01) 457 2237 RPC 989 349 903  
 Informes@mtlgeotecniasac.com [www.mtgeotecniasac.com](http://www.mtgeotecniasac.com)

## ANEXO 5: Norma NTE E.060.

### Norma NTE E.060 (5.3.3.2) Para el número de especímenes ensayados

N.T.E. E.60 CONCRETO ARMADO

**5.3.2.2** Cuando una instalación productora de concreto no tenga registros de ensayos de resistencia en obra para el cálculo de  $S_x$  que se ajusten a los requisitos de 5.3.1.1 o de 5.3.1.2,  $f_{cr}$  debe determinarse de la Tabla 5.3, y la documentación relativa a la resistencia promedio debe cumplir con los requisitos de 5.3.3.

**TABLA 5.3**  
**RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA**

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f_c < 21$	$f_{cr} = f_c + 7,0$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f_{cr} = f_c + 8,5$
$f_c > 35$	$f_{cr} = 1,1 f_c + 5,0$

**5.3.3 Documentación de la resistencia promedio a la compresión**

La documentación que justifique que la dosificación propuesta para el concreto producirá una resistencia promedio a la compresión igual o mayor que la resistencia promedio a la compresión requerida,  $f_{cr}$ , (véase 5.3.2), debe consistir en un registro de ensayos de resistencia en obra, en varios registros de ensayos de resistencia o en mezclas de prueba.

**5.3.3.1** Cuando se empleen registros de ensayos para demostrar que las dosificaciones propuestas para el concreto producirán la resistencia promedio requerida  $f_{cr}$  (véase 5.3.2), dichos registros deben representar los materiales y condiciones similares a las esperadas. Los cambios en los materiales, condiciones y dosificaciones dentro de los registros de ensayos no deben ser más restrictivos que los de la obra propuesta. Con el propósito de documentar la resistencia promedio potencial, pueden aceptarse registros de ensayos que consistan en menos de 30, pero no menos de 10 ensayos consecutivos siempre que abarquen un período no menor de 45 días. La dosificación requerida para el concreto puede establecerse por interpolación entre las resistencias y las dosificaciones de dos o más registros de ensayo, siempre y cuando cumpla con los otros requisitos de esta Sección.

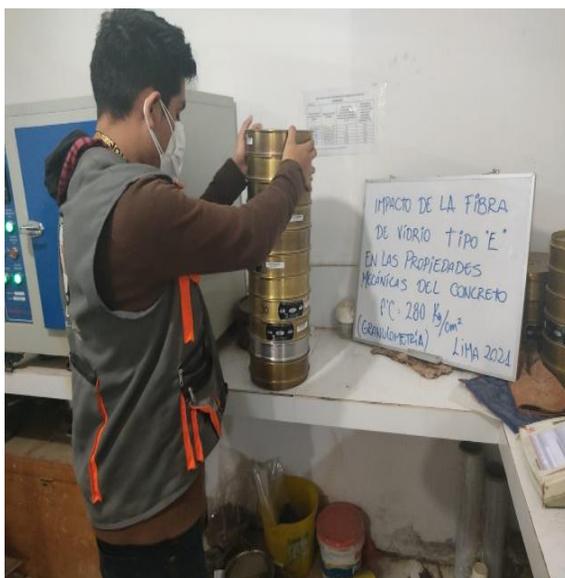
**5.3.3.2** Cuando no se dispone de un registro aceptable de resultados de ensayos en obra, se permite que la dosificación del concreto se establezca con mezclas de prueba que cumplan con las siguientes restricciones:

- Los materiales deben ser los propuestos para la obra.
- Las mezclas de prueba cuyas dosificaciones y consistencias son las requeridas para la obra propuesta deben prepararse empleando al menos tres relaciones agua-material cementante o contenidos de cemento diferentes que produzcan un rango de resistencias que abarquen  $f_{cr}$ .
- Las mezclas de prueba deben dosificarse para producir un asentamiento (*slump*) dentro de  $\pm 20$  mm del máximo permitido, y para concreto con aire incorporado, dentro de  $\pm 0.5\%$  del máximo contenido de aire permitido.
- Para cada relación agua-material cementante o contenido de material cementante deben confeccionarse y curarse al menos tres probetas cilíndricas para cada edad de ensayo de acuerdo con "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory" (ASTM C 192M). Las probetas deben ensayarse a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para determinar  $f_c$ .
- A partir de los resultados de los ensayos de las probetas cilíndricas debe construirse una curva que muestre la correspondencia entre la relación agua-material cementante o el contenido de material cementante, y la resistencia a compresión a la edad de ensayo determinada.
- La máxima relación agua-material cementante o el mínimo contenido de material cementante para el concreto que vaya a emplearse en la obra propuesta debe ser el que indique la curva para producir el valor de  $f_{cr}$  requerido por 5.3.2, a no ser que de acuerdo con el Capítulo 4 se indique una relación agua-material cementante menor o una resistencia mayor.

## ANEXO 6: Panel Fotográfico



**Foto N°01:** Adición de los agregados en las diversas dimensiones de tamizados para conocer la curva granulométrica.



**Foto N°02:** Anotación de los datos de la cantidad de agregado que paso en los tamices.

**Foto N°03: Peso Unitario de los agregados**



**Foto N°04: Peso Específico y Absorción del agregado fino**



**Foto N°05: Peso Específico y Absorción del agregado grueso**



**Foto N°06: Dosificación de los materiales para la mezcla del concreto**



**Foto N°07: Deshilachado de la fibra de vidrio para una mejor proporción**



**Foto N°8: Moldes para los ensayos de Compresión, flexión y M.R.**



Foto N°9: Peso de los materiales que conformar el concreto



**Foto N°10: Peso de la fibra de vidrio**



**Foto N°11: Adición de los elementos que conforma el concreto, incluyendo la fibra de vidrio**



**Foto N°12: Prueba de asentamiento del concreto patrón para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**



**Foto N°13: Prueba de asentamiento del concreto 0.20% de fibra de vidrio para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**



**Foto N°14: Prueba de asentamiento del concreto 0.50% de fibra de vidrio para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**



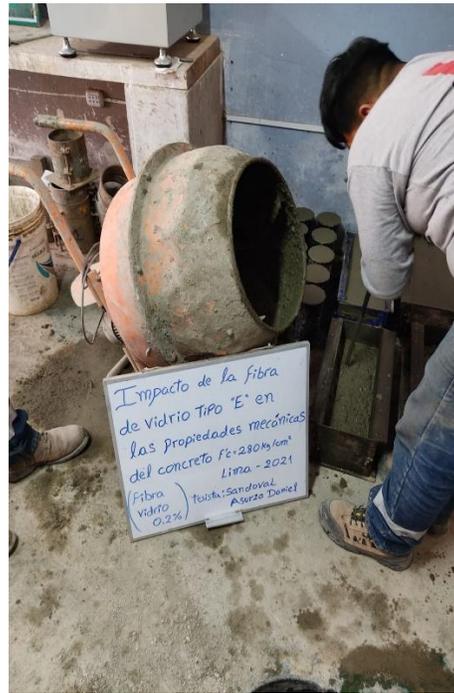
**Foto N°15: Prueba de asentamiento del concreto 0.80% de fibra de vidrio para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**



Foto N°16: Colocación de la mezcla a la probetas y 25 golpes por cada capa del concreto patrón, 0.20%, 0.50% y 0.80% de fibra



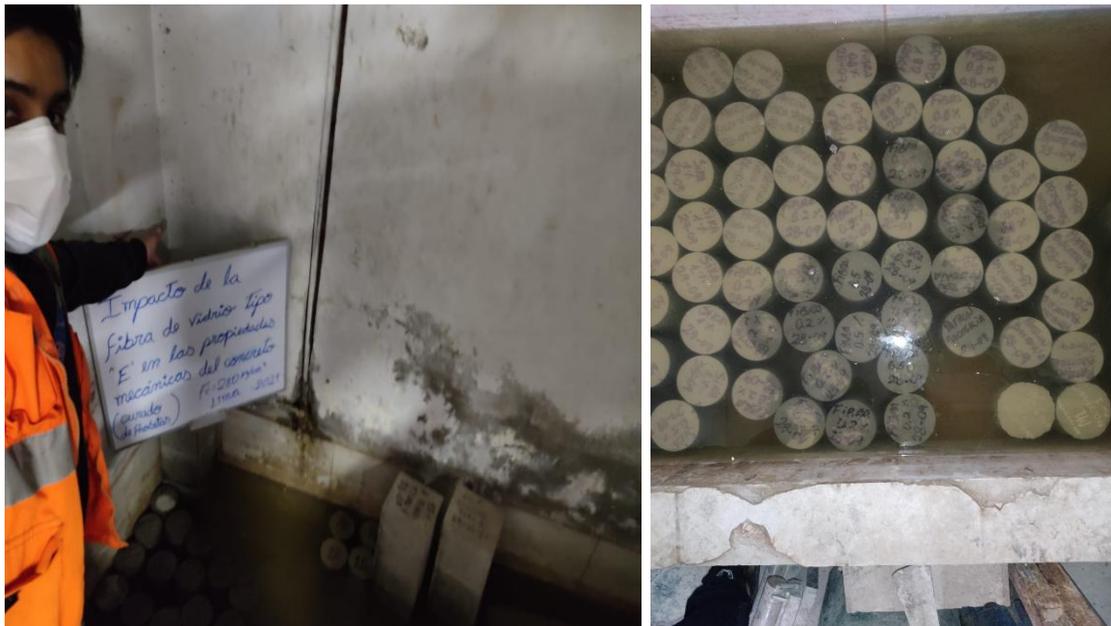
**Foto N°17: Mezcla para el diseño de la viga del concreto patrón, 0.20% de fibra, 0.50% de fibra y 0.80% de fibra de vidrio**



**Foto N°18: Muestras que se va hacer ensayadas de acuerdo a la investigación**



**Foto N°19: Tiempo de curado de las muestras**



**Foto N°20: Muestras de concreto con fibra de vidrio de 0.20%, 0.50% y 0.80% en estado endurecido**



**Foto N°21: Ensayo a compresión a los 7 días de curado para 0.20% de fibra**



**Foto N°22: Ensayo a compresión a los 7 días de curado para 0.50% de fibra**



**Foto N°23: Ensayo a compresión a los 7 días de curado para 0.80% de fibra**



**Foto N°24: Ensayo a compresión a los 14 días de curado para 0.20% de fibra**

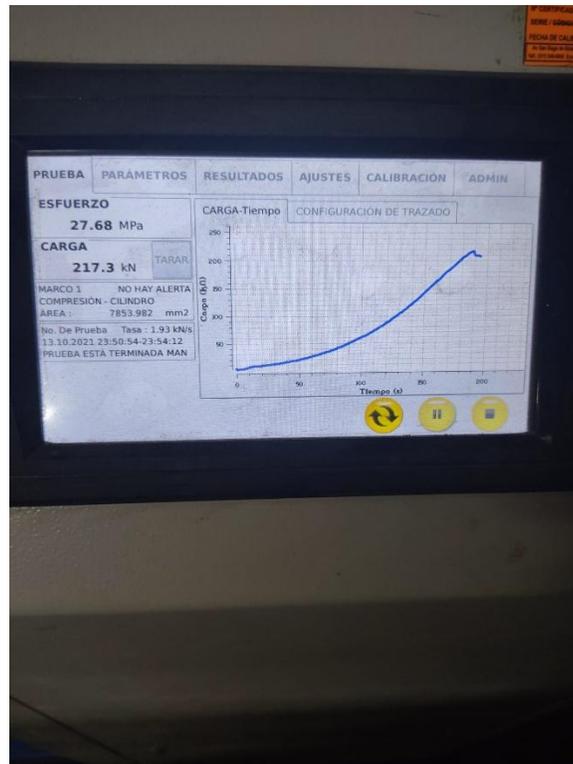


Foto N°25: Ensayo a compresión a los 14 días de curado para 0.50% de fibra

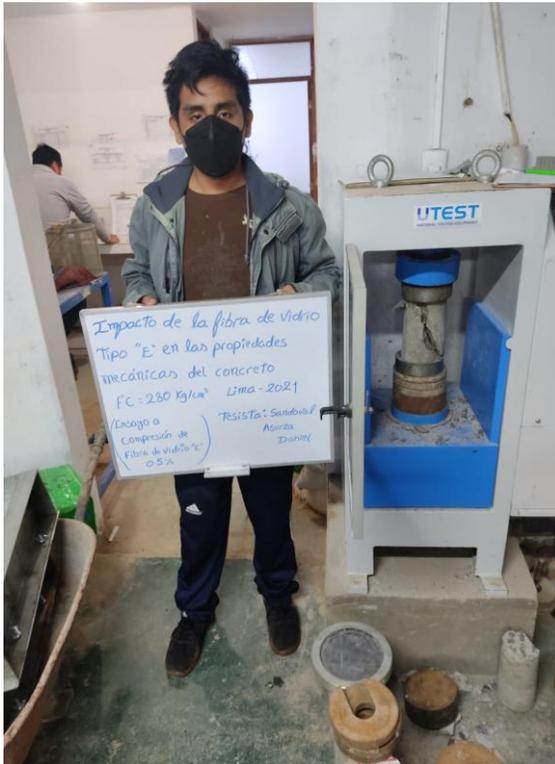
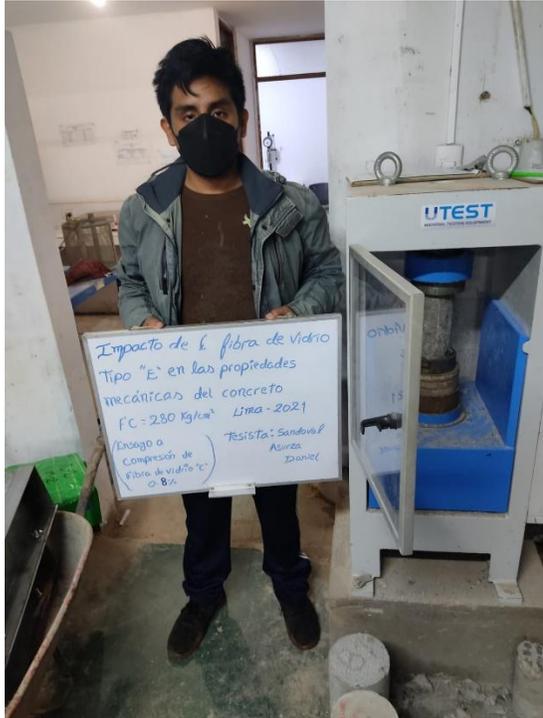


Foto N°26: Ensayo a compresión a los 14 días de curado para 0.80% de fibra



**Foto N°27: Ensayo a compresión a los 28 días de curado para 0.20% de fibra**

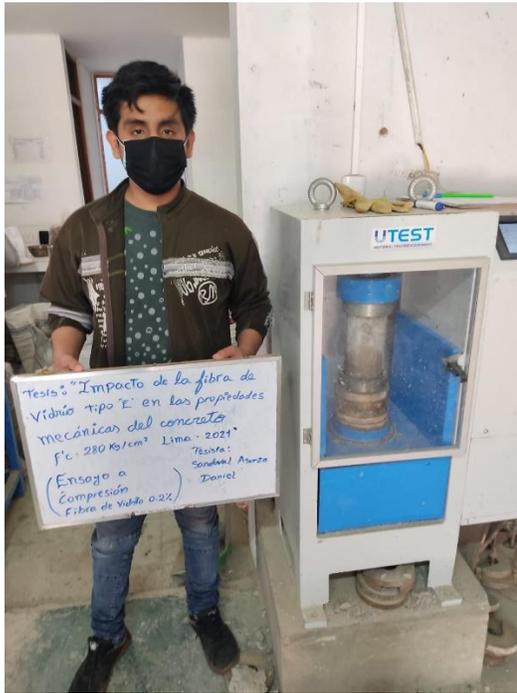


Foto N°28: Ensayo a compresión a los 28 días de curado para 0.50% de fibra



**Foto N°29: Ensayo a compresión a los 28 días de curado para 0.80% de fibra**



**Foto N°30: Ensayo a flexión de las dos muestras a los 28 días de curado para 0.20% de fibra**



**Foto N°31: Ensayo a flexión de las dos muestras a los 28 días de curado para 0.50% de fibra**



**Foto N°32: Ensayo a flexión de las dos muestras a los 28 días de curado para 0.80% de fibra**



**Foto N°33: Ensayo de módulo de elasticidad a los 28 días de curado para el concreto patrón**



Foto N°34: Ensayo de módulo de elasticidad a los 28 días de curado para el 0.20% de fibra de vidrio



Foto N°35: Ensayo de módulo de elasticidad a los 28 días de curado para el 0.50% de fibra de vidrio



**Foto N°36: Ensayo de módulo de elasticidad a los 28 días de curado para el 0.80% de fibra de vidrio**



**Foto N°37: Problemas que se presentaron antes de los ensayos, que fue en la parte de trabajabilidad que se trabajó con un 2% de fibra**

