

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Efecto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la  
compresión del diseño de un concreto autocompactante, Huaraz  
2020**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Mautino Cerna julio Cesar

**Asesor:**

López Carranza Atilio Rubén  
(Código ORCID:0000-0002-3631-2001)

HUARAZ -PERÚ

2020

**Palabras clave**

Tema	Concreto
Especialidad	Tecnología del concreto

Keywords

Subject	Concrete
Specialty	Concrete technology

<b>Línea de investigación</b>	Construcción y Gestión de la construcción
<b>Área</b>	Ingeniería
<b>Subarea</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería civil

**Título de la investigación**

Efecto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la  
compresión del diseño de un concreto autocompactante, Huaraz  
2020

## **Resumen**

El plan de investigación siguiente tuvo como finalidad general diagnosticar el efecto que causa la adición de fibra de vidrio en 1% y 3 % en la resistencia a la compresión de un concreto Autocompactante  $f_c=210$  kgr/cm<sup>2</sup>, la metodología a aplicar en la investigación es un diseño experimental cuantitativo, descriptivo y aplicada además del hipotético deductivo, por esa razón se realizara un diseño agrupado completamente al azar, en el cual lo población será de 27 probetas de concreto los cuales serán evaluados en los días 7,14 y 28 días, Se va a observar los materiales que va a conformar el concreto  $f^c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y el concreto con fibra de vidrio, Se procedió a analizar los fundamentos teóricos de la construcción de un  $f^c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, agregados, fibra de vidrio, medición de la resistencia a la compresión realizada en el laboratorio de la universidad, Todo lo analizado en el método analítico será sintetizado en la determinación de la fuerza de compresión y el tiempo de fraguado de los concretos de las probetas que forman parte de las muestras de laboratorio, la metodología de construcción del concreto y las dosificaciones se harán siguiendo la metodología ACI, esperando obtener resultados favorables como es el acrecentamiento de la resistencia a la compresión de dicho concreto. En base a los resultados logrados, se diagnosticó que el concreto patrón satisface los parámetros y de igual manera con el concreto autocompactante adicionado le 1% de fibra de vidrio ya que con la adición del 3% de fibra de vidrio no se obtuvieron resultados favorables por tal razón la hipótesis no se cumplió a cabalidad.

## **Abstrac**

The following research plan had the general purpose of diagnosing the effect caused by the addition of fiberglass in 1% and 3% in the compressive strength of a Self-compacting concrete  $f_c = 210 \text{ kgr} / \text{cm}^2$ , the methodology to be applied in the investigation It is a quantitative, descriptive and applied experimental design in addition to the hypothetical deductive one, for that reason a completely randomized grouped design will be carried out, in which the population will be 27 concrete test tubes which will be evaluated on days 7, 14 and 28 days , We will observe the materials that will make up the concrete  $f_c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$  and the concrete with fiberglass, We proceeded to analyze the theoretical foundations of the construction of an  $f_c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$ , aggregates, fiberglass, compression resistance measurement carried out in the university laboratory, Everything analyzed in the analytical method will be synthesized in the determination of the compression force and the setting time of the concrete of the specimens that are part of the laboratory samples, the concrete construction methodology and the dosages will be made following the ACI methodology, hoping to obtain favorable results such as the increase in the compressive strength of said concrete. Based on the results achieved, it was diagnosed that the standard concrete satisfies the parameters and in the same way with the self-compacting concrete added 1% of fiberglass since with the addition of 3% of fiberglass, favorable results were not obtained by For this reason the hypothesis was not fully met.

## Índice

Palabras clave.....	i
Título de la investigación.....	ii
Resumen.....	iii
Abstrac .....	iv
Índice.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA .....	33
III. RESULTADOS.....	37
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
AGRADECIMIENTOS .....	74
ANEXOS .....	75

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Métodos para el análisis de propiedades del CAC.....	17
<b>Tabla 2</b> Ensayos Realizados.....	34
<b>Tabla 3</b> Procedimiento de ensayos .....	37
<b>Tabla 4</b> Contenido de humedad de la grava .....	39
<b>Tabla 5</b> Humedad del agregado fino .....	40
<b>Tabla 6</b> Análisis Granulométrico de la Grava.....	41
<b>Tabla 7</b> Granulometría de la Arena.....	43
<b>Tabla 8</b> Gravedad específica y absorción de agregados.....	45
<b>Tabla 9</b> Peso unitario del agregado grueso (grava).....	47
<b>Tabla 10</b> Peso unitario del agregado fino (Arena) .....	47
<b>Tabla 11</b> Datos de diseño .....	48
<b>Tabla 12</b> Datos del ensayo granulométrico .....	48
<b>Tabla 13</b> Proporción de los agregados .....	51
<b>Tabla 14</b> Peso de los materiales .....	52
<b>Tabla 15</b> Resultados CAC sin y con adición de Fibra de Vidrio .....	52
<b>Tabla 16</b> Resultados del CAC patrón a los 7 días.....	53
<b>Tabla 17</b> Resultados del CAC patrón a los 14 días.....	54
<b>Tabla 18</b> Resultados del CAC patrón a los 28 días.....	55
<b>Tabla 19</b> Resultados del CAC con 1% de adición de fibra de vidrio 7 días .....	56
<b>Tabla 20</b> Resultados del CAC con 1% adición de fibra de vidrio .....	57
<b>Tabla 21</b> Resultados del CAC 1% adición de fibra de vidrio .....	58

<b>Tabla 22</b> Resultados del CAC 3% adición de fibra de vidrio .....	59
<b>Tabla 23</b> Resultados del CAC 3% adición de fibra de vidrio .....	60
<b>Tabla 24</b> Resultados del CAC 3% adición de fibra de vidrio .....	61
<b>Tabla 25</b> Resultados promedios de los ensayos a compresión.....	62
<b>Tabla 26</b> Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error a,b .....	65
<b>Tabla 27</b> Pruebas de efectos inter-sujetos .....	65
<b>Tabla 28</b> Variable Independiente .....	75
<b>Tabla 29</b> Variable dependiente.....	75

### **Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> Envudo en V para los ensayos de escurrimiento .....	10
<b>Figura 2</b> Ensayo en el embudo en V para medir la capacidad de relleno .....	11
<b>Figura 3</b> Caja en L y medidas adecuadas.....	12
<b>Figura 4</b> Ensayo de capacidad de paso usando la caja en L.....	13
<b>Figura 5</b> Anillo Japones para medir la capacidad de Relleno .....	14
<b>Figura 6</b> Ensayo con el Anillo Japones en laboratorio de concreto .....	16
<b>Figura 7</b> Fibra de vidrio tipo a utilizar en el diseño .....	18
<b>Figura 8</b> Curva granulométrica de la Grava.....	42
<b>Figura 9</b> Curva granulométrica de la Arena.....	44
<b>Figura 10</b> CAC PATRON VS 7 DIAS DE CURADO .....	53
<b>Figura 11</b> CAC PATRON VS 14 DIAS DE CURADO .....	54
<b>Figura 12</b> CAC PATRON VS 28 DIAS DECURADO .....	55
<b>Figura 13</b> CAC + 1% F.V vs 7 DIAS DE CURADO .....	56

<b>Figura 14</b> CAC +1%F.V VS 14 DIAS DE CURADO.....	57
<b>Figura 15</b> CAC +1% F.V VS 28 DE CURADO.....	58
<b>Figura 16</b> CAC + 3% F.V VS 7DIAS DE CURADO.....	59
<b>Figura 17</b> CAC +3% F.V VS 14 DIAS DE CURADO.....	60
<b>Figura 18</b> CAC + 3% F.V VS 28 DIAS DE CURADO.....	61
<b>Figura 19</b> Comparación de Esfuerzos a la compresión.....	62
<b>Figura 20</b> Comparación de Esfuerzos a la compresión.....	63
<b>Figura 21</b> comparación de es esfuerzos en las 3 edades .....	64
<b>Figura 22</b> Agregados de la Cantera de Tacllan-Huaraz .....	86
<b>Figura 23</b> Tamizado del Agregado Grueso .....	86
<b>Figura 24</b> Seleccin de Malla para el Tamizado.....	87
<b>Figura 25</b> Seleccin del Diametro de los tamices .....	87
<b>Figura 26</b> Secado en Horno de las Muestras para deternidad la humedad .....	88
<b>Figura 27</b> Muestras para realizar el Ensayo de Contenido de Humedad .....	88
<b>Figura 28</b> Preparación del Diseño de Mezcla para las pruebas de fluidez y briquetas.....	89
<b>Figura 29</b> Instrumentos para los ensayos de Fluidez .....	89
<b>Figura 30</b> Fibra de vidrio Tipo E para adicionar al diseño de mezcla .....	90
<b>Figura 31</b> Prueba de Fluidez del CAC .....	90
<b>Figura 32</b> Medicion de la fluidez en tiempos y distancias.....	91
<b>Figura 33</b> Ensayo de fluidez del CAC con la caja en L .....	91
<b>Figura 34</b> Ensayo de Resistencia a la Compresion de los especimenes .....	92
<b>Figura 35</b> Ruptura de especimenes en el laboratorio de concreto.....	92

*Figura 36* Especimenes fracturados despues del ensayo a Compresion ..... 93

## I. INTRODUCCIÓN

Los diferentes escenarios de trabajos donde se desarrollan los diversos proyectos civiles donde el concreto es el actor principal de las edificaciones pues su incidencia es de un porcentaje muy alto por tal motivo es que su estudio se hace necesario, se pueden identificar diferentes anomalías ya una vez culminado el curado, a manera de solución trae consigo motivar el requerimiento de nuevas tecnologías aplicables al mejoramiento, duración y demás propiedades del concreto, en lo que respecta al proceso constructivo de tal manera que el desarrollo de la programación de la obra siga su curso en los plazos establecidos. Por tal razón se planteó el trabajo de investigación para dar una alternativa de solución que en este caso será estudiar el efecto que causa la adición de fibra de vidrio en un concreto autocompactante respecto a la resistencia a la compresión de un concreto autocompactante patrón.

Es por ello que se estudió a autores internacionales tales como Raby (2016), en la tesis titulada Caracterización del Hormigón Autocompactante reforzado con fibras sintéticas para uso estructural, el autor tuvo como fin general valorar la probabilidad de reforzar hormigones con diferentes tipos de fibras sintéticas con características Autocompactantes, examinar la capacidad de aplicación que se puede generar con tal hormigón, el método empleado examinó al mismo tiempo porciones de aditivos y fibras, en el proceso de ensayo se obtuvo como resultado mezclas de hormigón con propiedades Autocompactantes, limitando que la porción de fibra adicionada a un máximo de 4kg/m<sup>3</sup>. En base a la incorporación de fibras el hormigón sufrió un incremento en sus propiedades mecánicas tanto en el rango elástico como post fisuración también su capacidad al sufrir deformación y admitir energía.

También Según Robayo, Matthey, Solva & Delvasto (2016), en su trabajo de investigación Propiedades reológicas y mecánicas del hormigón autocompactante con la adición de nano-sílice y microsílice. La finalidad de esta investigación es confrontar la autocompactabilidad de estas mezclas, la metodología empleada para el tratamiento

y realización de la investigación consiste en el muestreo de la escoria de carbón, caracterización físico química de la escoria de carbón, molienda de la escoria de carbón, diseño de mezclas, obtención del concreto autocompactante de referencia (control), obtención del concreto autocompactante empleando adiciones de fibra de carbono y por último la evaluación de las propiedades en estado endurecido de los concretos elaborados. Las conclusiones más importantes que se ha podido percibir de la investigación que la adición del 10%, 20% y 30% de este material como sucesión parcial del cemento genero un incremento en la resistencia a la compresión a partir de los 28 días de curado del 20.1%; 21.1% y 18.2%, correspondientemente. Esta conducta aplica a dos típicos factores en este tipo de materiales silico-aluminosos; el primero de naturaleza química y el segundo de naturaleza física. Dichos autores obtuvieron como resultado un aumento en la resistencia a la compresión.

El estudio de los autores Mehmet Alpaslan & Koroglu, (2018) el objetivo de esta investigación fue evidenciar la comodidad a emplear de fibras de acero recicladas de llantas de desecho como refuerzo autocompactante graduado funcionalmente. La metodología destinada se aplica a lo experimental, como prioridad se inspeccionaron las propiedades en estado fresco y después del curado en estado endurecido de los hormigones convencionales y fortalecidos con fibra de acero. Las conclusiones más importantes que se han podido deducir tienen como indicativo que mejoro la resistencia a la compresión respecto del concreto patrón, también mejoro la resistencia a la tracción y a la flexión con el aumento de fracción en volumen de fibra, la trabajabilidad del hormigón fresco disminuyo con el aumento en la fracción del volumen de fibra. Ante tal escenario se renovó la trabajabilidad con un aditivo plastificante. En este análisis se comprende que la fibra de acero residual tiene una buena posibilidad para el hormigón como material de refuerzo, aunque se deben resolver algunos inconvenientes como la formación de bolsas de fibras y se deben examinar investigaciones a largo plazo.

Según Orbe, Roji. & Losada (2015), el fin de la investigación radica en el acoplamiento del incremento de amplitud resistente con relación al hormigón y disminución de la fisuración, colaborada por la inclusión de fibras de acero. La metodología experimental empleada consiste en analizar la intervención de los distintos componentes que integran al HACRFA, planteando distinción de los mismos, describiendo la granulometría como las distintas variedades de fibras de acero, fundamentado en la adquisición de sus prioridades y de una práctica estructural óptima. A modo de distinguir el resultado de la investigación se fija que el óptimo desempeño se adquiere con la relación de un aditivo polifuncional y superplastificante en unos porcentajes estimados de 0.93% y 1.12%, respectivamente. Así mismo respalda una apropiada resistencia y durabilidad en base a que permite aminorar la porción de agua de amasado.

Además en el ámbito nacional según Rabanal y Su chaqui, (2017), “Diseño de un concreto Autocompactante” realizado en la Universidad Señor De Sipan del Perú, Chiclayo, tuvo como propósito proyectado el diseño de un concreto autocompactante con nuevas tecnologías, incidiendo en el empleo de aditivos superplastificantes con el fin de renovar la condición de las estructuras de concreto en las considerables ejecuciones de obra que engloben extensos volúmenes de concreto y se presenten intensamente armados. El marco metodológico que asiste a dicha investigación se de tipo tecnológica aplicada que requiere de experimentos para poder ser valorada, siguiendo sus lineamientos que incluyen su método. Como conclusiones generales se dieron las estimaciones añorados para un concreto  $f'c=500$  kg/cm<sup>2</sup>, como fueron a 7 días de 719.72 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días 736.65 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días de 771.57 kg/cm<sup>2</sup>, superando el 100% de su  $f'c$  a los 7 días, lo que en un concreto tradicional lo haría en 28 días.

También León (2018), su estudio realizado tiene como finalidad instaurar la apropiada dosificación del aditivo nano sílice, que intervendrá en el desarrollo de las características del concreto autocompactante antes del curado y después de ello. La metodología que se practica es de rasgo experimental que consta en la confección de 180 muestras de concreto con diseños de mezcla de relaciones agua/cemento de 0.4, 0.5, y 0.6. Como principal conclusión se dilucido que la

dosificación adecuada, que nos proporciona una resistencia a la compresión de 389 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, es del 1%, dosificando el 1% de aditivo, disminuyó el periodo de prueba de 13.47 segundos.

Así mismo el aporte de Chillón (2018), tuvo como principal objetivo diagnosticar la conducta mecánica del concreto autocompactante con resistencia  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al incorporar fibra sintética Sika FIBER PP-48. La metodología es de tipo experimental elaborando una cantidad de especímenes con distintas adiciones de fibras de 2kg/m<sup>3</sup>, 3kg/m<sup>3</sup> y 4kg/m<sup>3</sup> respectivamente llegando a obtener un incremento en la resistencia a la compresión del concreto con adición de fibra sintética en comparación al concreto convencional a los 28 días de 8.77%, 12.7% y 17.3%.

Así mismo Abrigo (2018), en su estudio realizado tuvo como objetivo general, examinar la integración de fibra de vidrio al concreto patrón estudiando el cambio que genera en sus propiedades físico-mecánicas de este material. Para la ejecución de las pruebas se desarrolló una confrontación entre el concreto patrón versus el concreto añadido fibras de vidrio en las proporciones de 2%, 4% y 6%. El resultado final obtenido del examen desarrollado entre ambos especímenes nos muestra una resistencia nominal a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días por tanto se llegó a la conclusión en base al siguiente dato obtenido y procesado en laboratorio que la proporción de 2% con 251.41 kg/cm<sup>2</sup> sobre el concreto patrón con 230.13 kg/cm<sup>2</sup> y resto de proporciones a la edad de 28 días de curado se infiere un incremento en su resistencia a la compresión axial, conocidos efectos obtenidos el planteamiento solo se cumplió en el porcentaje de 2%, entonces se infiere que la hipótesis fue incompleta.

Huamani. (2018), extiende los métodos de confección de un diseño con innovadoras tecnologías que tiene por nombre concreto autocompactante en la indagación se analizó la dosificación del comportamiento del concreto autocompactante en medida a la porción de aditivo superplastificante utilizado. Se pudo precisar que el aditivo empleado superplastificante logró un concreto autocompactante de alta resistencia llegando a una resistencia de  $f'_c=446$  kg/cm<sup>2</sup> con un diseño plasmado para un  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y con mejores propiedades.

A su vez Mego y Meza (2018), el objetivo general se enfocó en el progreso de las propiedades mecánicas y reológicas de un concreto Autocompactante (CAC) diseñado con la anexión de ceniza de hoja de caña como material puzolánico y aditivo superplastificante en base a una trabajabilidad sostenida de manera que se aprovechó el material sólido como residuo de la quema industrial de hoja de caña que en el norte del territorio peruano es el símbolo de mayor producción de este producto. La metodología del procedimiento fue experimental se intervino la materia prima, se caracterizó la ceniza de hoja de caña y los agregados, el diseño de mezcla y las adiciones porcentuales de los aditivos y la ceniza. Se ha determinada como conclusión que el concreto autocompactante con adición al 2.5% de ceniza de hoja de caña en el espécimen adecuado demostrando una excelente capacidad de llenado, paso y fluidez con una mejor resistencia a la compresión y rigidez confrontado con la muestra patrón no obstante su costo unitario se incrementó por la dosis de aditivo empleado, pero posee un alto rendimiento en obra que se exhiben en la reducción de tiempos de ejecución de obra y una adecuada práctica estructural.

Mantilla (2017), busco mejoras en la producción de concretos con respecto a su resistencia a la compresión y a la flexión por eso tuvo como objetivo definir si el concreto con incorporaciones de fibra de vidrio tipo E puede acrecentar las propiedades mecánicas. Con la finalidad de aumentar sus diferentes propiedades del concreto, realizando una serie de ensayos pre establecidos con el único fin de comparar la conducta del concreto patrón contrastado con el concreto adicionado de dicho material. En los resultados que se obtuvo, concluyo que el concreto patrón cumple con todos los parámetros y de igual manera con el concreto adicionado pero no a cavidad, la diferencia existente al 1% de adición de fibra fue de un 50% más resistente, la adición de 3% de fibra se observó un contraste de 11% en su resistencia y el de 5% de adición produjo un resultado adverso en su resistencia se observó una disminución de 19 % respecto al concreto patrón.

El Concreto autocompactante en otra versión de concreto es idóneo para compactarse por labor de la gravedad, satura los encofrados y fluye en torno a lo estructurado sin la exigencia de la aplicación del vibrado para su compactación. El concreto autocompactante entrega cierta viscosidad particular, al mismo tiempo difiere de los concretos convencionales de consistencia fluida. Joel y Omar (citado en Rabanal & su chaqui, 2017) Un concreto autocompactante en estado fresco cumple tal condición si a la vez presenta las condiciones siguientes capacidad de relleno, se entiende que es capaz de cubrir todas las partes del encofrado capacidad de Paso entendido como la facilidad de seguir su camino cuando se presenta una densa habilitación de acero y por último y no menos importante la resistencia a la segregación puesto que esto no ocurre. Por ello solo puede llamarse concreto autocompactante si y solo si cumple con lo antes mencionado.

### **Características**

Las características del concreto autocompactante atribuida a la fluidez considerable, brinda en este caso comodidad de colocación de la mezcla de concreto en el encofrado y el relleno del mismo, de la misma manera la viscosidad y cohesión medidas obvian el efecto de la segregación de sus elementos certificando un colocado uniforme de la mezcla de concreto. De esta manera, simplicidad de paso y relleno entre las habilitaciones de acero son parámetros esenciales en el enfoque de beneficios de dicho concreto.

### **El CAC posee con las siguientes peculiaridades:**

Capacidad de relleno del concreto autocompactante radica en saturar los espacios de un encofrado exclusivamente por el propio trabajo de su peso, sin recurrir al empleo de una maquina vibradora.

Capacidad de paso, del concreto autocompactante tiene como finalidad discurrir a lo largo de los elementos estructurales sin exponer algún tipo de dificultad en cuanto al agregado y refuerzo.

Resistencia a la segregación, presenta una densidad muy fluida sin permitir segregación al momento del colocado.

Joel y Omar (citado en Rabanal & su chaqui, 2017) puntualiza con su experiencia que el concreto Autocompactante, deberá tener un comportamiento fluido en estado fresco de esa forma el llenado de los encofrados se mantenga uniforme por la acción de su propio peso, a su vez tal diseño deberá ser tolerante a la segregación.

### **Propiedades del concreto autocompactante en estado fresco**

La conducta del concreto autocompactante en estado fresco se distingue con relación a la del concreto convencional, puesto que representan ensayos distintos para su caracterización.

Vilanova (citado en Huamani, 2015) determina que las características en estado fresco deberán cumplir con tres condiciones esenciales a la hora de producir el concreto autocompactante, las cuales son: capacidad de paso, capacidad de relleno y resistencia a la segregación.

La Capacidad de fluidez que adopta el concreto para filtrarse por espacios angostos sin dar lugar a que el contacto de los áridos motive la obstrucción de la mezcla. Al

intensificar el uso de aditivos superplastificantes y adecuar el tamaño máximo de los de los agregados en base a los espacios por donde el concreto debe fluir.

La Capacidad de llenado que posee el concreto en el instante que empieza a fluir dentro del encofrado abarrotando todos los espacios. Por lo cual esta capacidad respalda la calidad del acabado, se mostrara de esta manera una superficie homogénea y libre de espacios vacíos, las armaduras deben manifestarse revestidas correctamente eludiendo la presentación de bolsas de aire en la parte baja de las mismas.

Resistencia a la segregación se vincula con la firmeza del concreto ya que en un concreto autocompactante la mezcla debe perpetuarse homogénea en el periodo de vaciado.

#### **Ensayos para caracterizar el concreto autocompactante.**

Ensayo de escurrimiento (una norma española “une-en 12350-8:2011”)

En esta prueba de escurrimiento se calcula la fluidez del concreto fresco bajo sayos para caracterizar el concreto autocompactante bajo la acción de su propio peso, por medio del cono de abrams. Además contribuye a una idea específica que el concreto presenta a la segregación.

El ensayo con el cono de Abrans se somete a los dispuesto en la norma UNE 83-301 UNE- EN 12350-2, cita una serie de medidas adecuadas para su examen las cuales son un diámetro superior a  $100 \pm 2$ mm, un diámetro inferior de  $200 \pm 2$ mm y a una altura de  $300 \pm 2$ mm. La base del cono tienen que tener una área mínima de  $900\text{mm} \times 900\text{mm}$ , en base a lo establecido se marcaran diámetros de  $210 \pm 1$ mm y  $500 \pm 1$ mm. (Huamani, 2018, p.56)

### **Procedimiento de ensayo**

Confirmar que el espacio a ejecutar el ensayo disponga de llanura y brinde limpieza de tal manera que su instalación sea adecuada y presta para el objetivo trazado, el cono se instala en el diámetro dibujado de 210+/- 1mm en la parte céntrica del mismo, sujetando con firmeza el cono, se procede a remontar el cono antes del tiempo establecido de 30 segundos dispuestos posterior al vaciado de mezcla, El cono deberá ser erguido con una duración de 1 a 3 segundos de tiempo sugerido.

De los resultados obtenidos al practicar los ensayos se evaluaron las medidas y se hará una comparación con los parámetros establecidos en las normas.

T 500, mide el tiempo transcurrido en el que la mezcla de hormigón se demora en alcanzar el círculo de diámetro 500 mm, determinados en segundos.

Df, es el grosor final logrado al transcurrir la mezcla, ya terminado el flujo del hormigón. Se ejecuta la primera medición d1, correspondiente al lado ancho, y d2 es la medida vertical a d1, gracias a tales mediciones se precisa una medida aritmética. Ya que si ambos diámetros verticales se distinguen en más de 5 cm se procederá a intentar una nueva prueba con una distinta muestra. Los resultados adquiridos se especifican en milímetros.

### **Ensayo del embudo en V (una norma española “une-en 12350-8:2011”)**

Alvares, (citado en Huamani, 2018) esta prueba tiene la misión de calcular parámetros con el propósito de establecer una marca de capacidad de relleno cuantificable, la viscosidad plástica y la capacidad de paso del hormigón autocompactante en estado fresco. Dando paso a un análisis más certero de la autocompactabilidad, por lo tanto se valora la capacidad de fluir por zonas muy

armadas cuando la habilitación de acero se percibe muy densa. Fundamentalmente se obtiene el tiempo en que el concreto demora en transcurrir por un recipiente en forma.

El modelo con el aspecto de un embudo en v percibe un elevación de  $600\pm 4\text{mm}$  dividida en dos partes: una altura desde la parte superior de  $450\pm 2\text{mm}$  y consecuentemente una medición de  $150\pm 2\text{mm}$ , una boca superior de  $515\pm 2\text{mm}$  x  $75\pm 1\text{mm}$ , boca inferior más estrecha de  $65\pm 1\text{mm}$ . Posee una cabida aproximada de 13 litros de hormigón. La vasija empleada para reunir la mezcla que se va vertiendo. (Huamani, 2018, p.58)

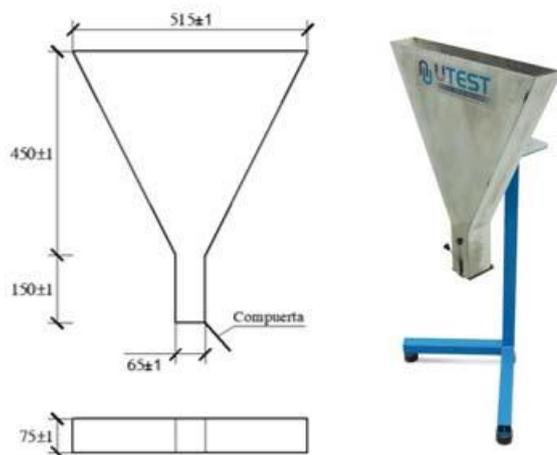


Figura 1 Embudo en V para los ensayos de escurrimiento

Fuente: Huamani p.59

### Procedimiento de ensayo

Sandoval, (citado en Huamani, 2018), como primer paso se deberá obstruir la compuerta inferior, en seguida se procede a verter el concreto de manera continua sin ejecutar un compactado, a continuación, se enraza el nivel superior y se dispone el colocado de un recipiente debajo del embudo, delimitado el periodo de tiempo transcurrido de  $(10\pm 2)$  segundos se deja el libre paso para contener la mezcla que tendrá una caída vertical.



**Figura 2** Ensayo en el embudo en V para medir la capacidad de relleno

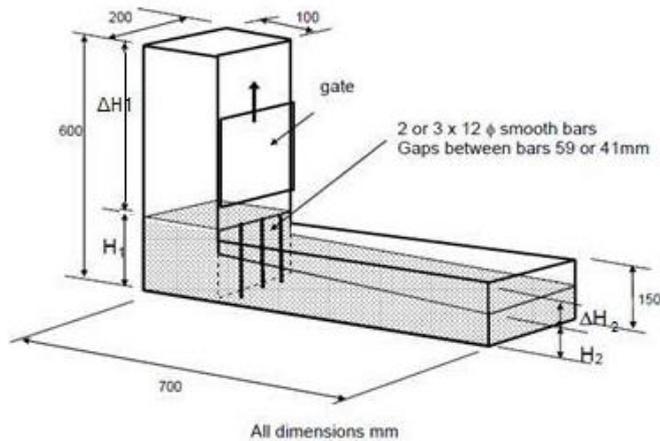
**Fuente:** Laboratorio de la USP

### **Ensayos de la caja en L una norma española “UNE-EN 12350-8:2011”**

La prueba empleada en la caja en L para la evaluación correspondiente de la capacidad de paso o resistencia al bloqueo de concretos autocompactantes sin que suceda segregación. Se ejecuta basado en la norma Europea EN 12350-10.

Alvarez, (citado en Huamani, 2018) son dos recipientes de forma rectangular uno en forma horizontal y el otro de manera vertical que en su conjunto hacen posible el ensayo de la. El recipiente vertical consta de una altura máxima de 600mm y una boca de 100mm x 200mm, y el recipiente horizontal posee una longitud máxima de 700mm, un ancho de 200mm y una altura de 150mm, para una capacidad aproximada de 13 litros de concreto. Las barras que tendrán función de armadura para confinar el flujo van a estar dentro de la caja en L, y serán de 2 a 3 barras dependiendo del tamaño máximo de los áridos. Se utilizaran 3 barras de  $12 \pm 0.2$ mm de diámetro cuando el

tamaño máximo de los áridos sean 20mm o menor, 2 barras de 16mm de diámetro cuando el tamaño máximo de los áridos superior a 20mm.



**Figura 3** Caja en L y medidas adecuadas

Fuente: Huamani p.61

### Procedimiento de ensayo

La ubicación de barras dentro de la caja en L deberá llevarse a cabo controlando el tamaño máximo, enseguida comprobar que el molde este nivelado para realizar un correcto ensayo, Se impregna de agua la parte interior del molde sin excesos. Siempre contrastando la obstrucción de la compuerta y se produce el llenado de forma vertical sin dar uso a un intermediario de compactación, se enraza la parte superior por el tiempo establecido de 60 +/- 10 segundos, transcurrido el periodo de descanso se da paso a que el concreto fluya, consumando la práctica del ensayo satisfactoriamente. Los indicadores del ensayo se dan a conocer en los siguientes parámetros:

T60 indica el lapso transcurrido que demora en abordar el límite horizontal de la caja en L desde su partida, donde la separación es 600 mm y estimada en segundos.

Se valoran las elevaciones  $h_1$  y  $h_2$ , en el preciso instante que la mezcla tanea el extremo de la caja y al frontis compuerta con esta altura se alcanza un coeficiente de bloque mencionado en milímetros.



**Figura 4** Ensayo de capacidad de paso usando la caja en L  
Fuente: elaboración propia

#### **Ensayo con el anillo japonés una norma española UNE-EN 12350-8:2011**

Nieto, (citado en Huamani, 2018) sostiene que la evaluación de escurrimiento nos brinda parámetros respecto a la resistencia al bloqueo del concreto Autocompactante cuando este se encuentre en estado fresco por intermedio de las barras de acero como parte de la evaluación del Anillo Japonés. Cabe la percepción que en algún momento se pueda avizorar segregación, exudación y por ende su respectivo control.

En concordancia a las especificaciones de la norma europea EN 12350-12

Efnarc, (citado en Huamani, 2018) aduce que el cono de Abrams consta de dos aberturas con diámetros superior e inferior de 100 mm y 200 mm respectivamente y

una altura de 300 mm. Tiene una capacidad aproximada de 7 litros de hormigón. La base de acero debe tener 900 mm x 900 mm x 2 mm. En la base se deben realizar tres círculos con diámetros de 210 mm,  $300\pm 2$  mm, y 500 mm. El anillo japonés consiste de un anillo con diámetro de 300 mm y una altura de 120 mm. Posee unas barras perimetrales que su tamaño va a variar en función del tamaño máximo de los áridos. Es recomendable usar 20 barras de 10 mm diámetro para un tamaño máximo de áridos igual o menor a 20mm, y 12 barras de 28 mm de diámetro para un tamaño máximo de áridos a 20 mm.



**Figura 5** Anillo Japonés para medir la capacidad de Relleno

Fuente: Huamani p.64

#### **Procedimiento de ensayo**

El procedimiento de este ensayo posee una similitud con el ensayo practicado de la prueba de escurrimiento, Su primera etapa da comienzo contrastando que la superficie y el cono estén higiénicos sin presentar residuos que impidan una buena práctica del ensayo correspondiente, los instrumentos y la superficie solida deben de presentar una relación de horizontalidad y nivelación, a continuación humedecer con agua tanto la parte sólida como los instrumentos dejándolos conformes, cogiendo con firmeza el cono, se va propagando la mezcla de concreto de configuración constante,

sin recurrir a maquinas compactadoras, inmediatamente después a ave vertido la mezcla de concreto enrazamos el equipo de ensayo, antes de que pueda transcurrir 30 segundos elevamos en equipo en el periodo establecido de 1 a 3 segundos dando paso a que la muestra de concreto discurra y tomando las medidas del caso.

Las medidas a ser metradas se ejecutan de la manera siguiente, Dfj es el diámetro logrado al final del escurrimiento del hormigón es allí donde surge la medición numero uno que estará representada por d1 equivalente borde más ancho y la segunda medida representada por d2 recta a d1, de ambas mediciones se resuelve una media aritmética la cual precisa si existiese una variación de 5cm entre ambas se ejecutara un ensayo diferente, la solución será dada a conocer en milímetros.

El lapso en el que el hormigón demora en llegar al diámetro de 500 milímetros estará definido por Tj500 medido el tiempo en segundos.



**Figura 6** Ensayo con el Anillo Japonés en laboratorio de concreto  
**Fuente:** Laboratorio de la USP

Rango de aceptación de los resultados ensayados al concreto autocompactante en estado fresco

Los parámetros dado en la siguiente publicación no son expresados en base a alguna norma dispuesta a cumplir con sus lineamientos sin embargo es descrita según el ensayo a emplearse todo esto tiene lugar en “Especificaciones y Directrices para el Hormigón Autocompactable” - HAC de EFNARC en Febrero de 2002. La EFNARC

denominada Federación Europea destinada a las prácticas direccionadas al hormigón y productos químicos con el fin de crear nuevas tecnologías para la construcción.

**Tabla 1**  
*Métodos para el análisis de propiedades del CAC*

Nº de ensayo	Método	Propiedad
1	Asentamiento de flujo cono de Abrams	Capacidad de relleno
2	Embudo en V	Capacidad de relleno
3	Caja en L	Capacidad de paso
4	Anillo Japones	Capacidad de relleno

**Fuente:** Enafarc p.5

### **Propiedades del concreto autocompactante en estado endurecido.**

EHE-08, (citado en Huamani, 2018) precisa que las conductas en estado fresco del concreto autocompactante distinguen una considerable porción del concreto tradicional, su conducta direccionados a la resistencia, durabilidad y demás beneficios en estado endurecido pueden tornarse semejantes a la de un concreto convencional de igual correlación agua/cemento confeccionados con iguales elementos.

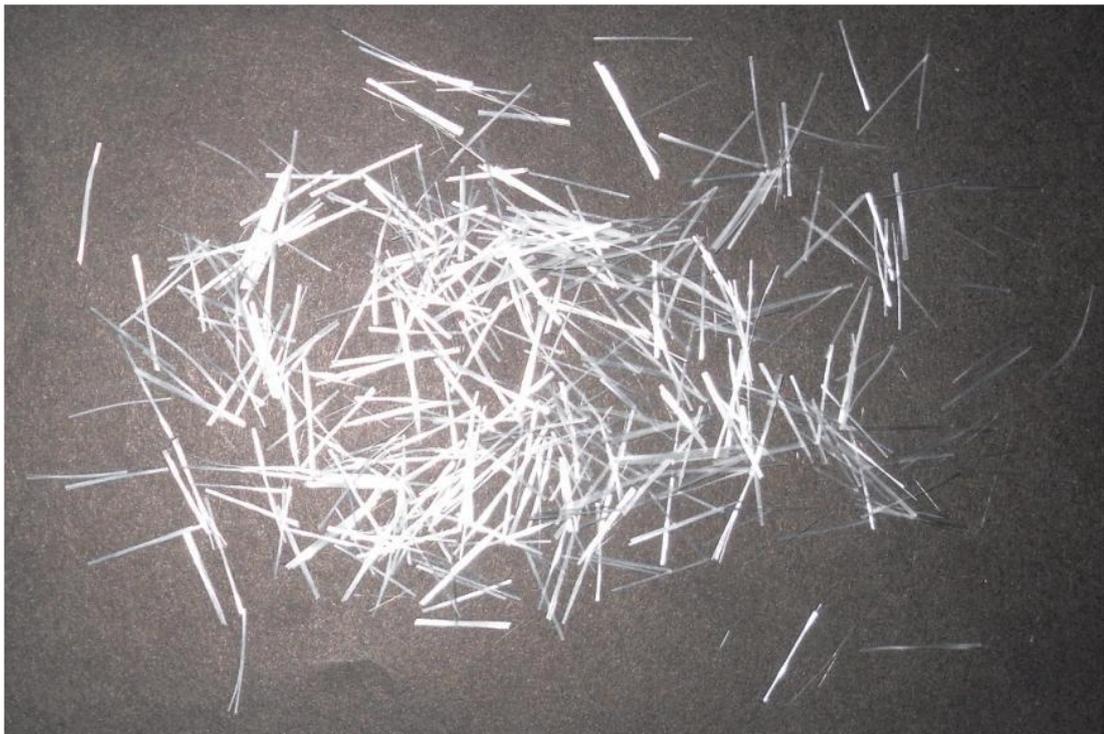
El concreto puede desarrollar potencialmente su resistencia mecánica pero de la misma manera el concreto se condiciona a las características que ofrecen los agregados para su desarrollo así como también la pasta de cemento endurecida. Las evaluaciones de ruptura para cuantificar la resistencia a la compresión que alcanzan los concretos tienen la función de especificar la dimensión a las cuales fueron diseñadas, en el presente daremos a conocer sus fines:

Primero confrontar las capacidades del material a ser empleado en el de concreto de tal manera que adecuadas para cumplir con la resistencia proyectada, segundo

asegurar el cumplimiento de las proporciones calculadas y establecidas para tal fin que el producto final cumpla los requerimientos de uso, como también puede ser una prueba en campo al momento de la ejecución de un proyecto, tercero examinar de manera analítica el resultado final culminada la prueba y verter las opiniones o en su defecto proceder a un nuevo cálculo.

### **Fibra de vidrio**

Según Irving (2010) años atrás el vidrio era de usos únicos en puertas, ventanas para dejar el libre pasa de luz, en la actualidad se hace uso como elemento estructurante en forma de fibra.



**Figura 7** Fibra de vidrio tipo a utilizar en el diseño

**Fuente:** Irving 2010 p.30

Es importante que tengamos algunas definiciones:

Los componentes que conforman la estructura de esta materia son conocidos como filamentos finos que en su conjunto dan forma a la llamada fibra de vidrio, la adquisición de esta materia requiere una serie de procesos el cual consiste en filtrar el vidrio derretido por medio de una serie de agujeros predeterminados el cual después de un periodo de tiempo se solidifica dando lugar a un material expuesto a flexibilidad para ser empleado como fibra, de este modo estas presentan un presto en su recubrimiento mejorando la adherencia a la resina poliéster .la unidad componente tiene por nombre monofilamento y su diámetro establecido es aproximadamente de 10 micras o micra simbolizado también de esta manera ( $10^{-6}$  m). Su diminuto diámetro puede tener un parecido a la textura de la seda. (Irving, 2010, p.31)

El dimensionamiento del largo de las fibras estará sujeto al redimensionamiento en base a experiencia dando origen así a una estimación adecuada de esta manera que su esparcimiento en contacto con la mezcla sea proporcionado.

Irving, (citado en Huamán, 2015) sostiene que hace muchos años el vidrio solo se utilizaba como un elemento en ventanas o puertas para dejar entrar luz, y también poseía fines estéticos y ornamentales. En la época moderna, el vidrio se está utilizando también como material estructural en la forma de fibra de vidrio con resina poliéster lo cual forman compositos versátiles.

Irving, (citado en Huaman, 2015) aduce que se utilizan cientos de monofilamentos para enrollarlos y formar un segmento de fibra. Luego estos segmentos se unen para formar hilos. Estos hilos son tejidos para fabricar telas flexibles con variedad de patrones para acoplarse al refuerzo adecuado.

### **Propiedades y características.**

Mantilla (2016) incide en el uso de la fibra de vidrio tipo E ya que la cataloga por sus diversas características y especificaciones y uso comercial en el mercado, ya que también se adecua a una economía alcanzable. Mariano (citado en Mantilla, 2016) especifica características físicas de la fibra de vidrio tipo E, también las propiedades mecánicas que presentan así mismo las propiedades químicas que satisfacen los requerimientos de su empleo.

### **Requerimientos del concreto autocompactante.**

Mencionado con anterioridad a manera de formalidad, el concreto autocompactante debe formalizar paralelamente 3 condiciones primordiales de autocompactado que se estiman por medio de prácticas ya descritas.

Las normas que se rigen en diferentes países como es el caso de España dadas a conocer por las normas UNE ejecutan una serie de ensayos entre las que se encuentran el embudo en V la cual se desarrolla la capacidad de paso, caja en L y el Anillo Japonés con la cual se evalúa la resistencia a la segregación.

### **Aplicaciones del Concreto –Autocompactante.**

#### **Proyectos internacionales**

Después del desarrollo del prototipo del hormigón autocompactante en 1986, muchas investigaciones fueron llevadas a cabo en diversos lugares, especialmente en los departamentos de investigación de las grandes empresas de construcción. Como resultado de ello, el hormigón autocompactante empezó a ser utilizado en distintos tipos de construcciones, tales como puentes, especialmente en anclajes, arcos, vigas, torres y juntas. También en túneles, edificaciones, tanques, tuberías, etc.

En la actualidad no se puede hablar de una utilización sistemática o exhaustiva del HAC, pero sí existen referencias de aplicaciones pioneras de los mismos, principalmente en Japón, donde se realizaron las primeras experiencias. A continuación, se detallan algunas de las aplicaciones más significativas.

La primera aplicación importante de hormigón autocompactante se llevó a cabo en el año 1991 en las torres de hormigón pretensado del puente colgante Shin-Kiba Ohashi en Japón.

También se empleó en la construcción del Anclaje del puente Akashi Kaikyo. metros de luz, se utilizaron 290.000 m<sup>3</sup> de CAC. Con un rendimiento de 1.900 m<sup>3</sup>/día, lo que supuso una disminución del plazo de ejecución del 20%, reduciendo de 30 a 24 meses.

En el edificio del Ayuntamiento de Mollet del Vallès (Barcelona), se utilizaron unos 300 m<sup>3</sup> de CAC en unos muros fuertemente armados. En este caso, inicialmente el proyecto contemplaba el uso de concreto convencional, si bien se intuía un vaciado dificultoso, y existía riesgo de que no se alcanzaran los recubrimientos requeridos.

El tiempo de puesta en obra estaba originalmente previsto en unas 20 horas ininterrumpidas, para evitar juntas frías, lo que hubiera ocasionado severas molestias al encontrarse en un entorno urbano. La aplicación de CAC redujo el tiempo de vaciado hasta poco más de 6 horas (disminución de casi el 70 %) Se consiguió además una evolución de resistencias muy superior a la demandada, permitiendo un pos-tensado con éxito, y con unos acabados satisfactorios.

El tanque LNG que pertenece a Osaka Gas Company. La opción de usar el CAC en este proyecto en particular tuvo los siguientes méritos:

La altura de cada capa de colocación se incrementó de 3.0 m a 4.5 m.

El número de trabajadores se redujo de 150 a 50.

El período de construcción de la estructura se redujo de 22 a 18 meses

En España, la primera aplicación de hormigón autocompactante fue el arco mixto del puente de la Ronda de la Hispanidad sobre el río Ebro en Zaragoza. Consiste en una estructura de 304 m de un vano central de 120 metros de luz. Se utilizó un hormigón autocompactante, ya que era necesario conseguir un relleno efectivo del arco de sección triangular variable, lo cual hubiera traído serias dificultades de haber utilizado hormigón convencional debido al difícil acceso del vibrador a los distintos sitios. El hormigón autocompactante utilizado tenía una resistencia característica de 50 N/mm<sup>2</sup> y los aproximadamente 300 m<sup>3</sup> de hormigón que constituían el arco del vano central fueron colocados en 5 horas y con un excelente acabado superficial.

### **Proyectos nacionales**

En el Perú se construyó el Estadio Nacional debido a la realización de la Copa América, el contratista (HV Contratistas S.A.) necesitaba reparar las graderías altas de occidente y oriente, así como las vigas de peralte invertido de los voladizos del estadio cuyos concretos se encontraban deteriorados por problemas de corrosión. El plazo de entrega de la obra fue de dos semanas por lo que se requería de una mezcla de concreto que sea de fácil colocación debido al espacio reducido para la colocación y a la consecuente imposibilidad de vibrado del concreto tanto en las graderías como en las vigas, de elevadas resistencias iniciales debido al corto plazo de entrega de los trabajos, con propiedades de contracción controlada debido al vaciado de concreto nuevo sobre

el existente y de fragua retardada debido al poco volumen de concreto utilizado para la restauración de las graderías.

### **Ventajas**

Disminución de los problemas auditivos esto garantiza un mejor desenvolvimiento con respecto al impacto ambiental.

Reducción del riesgo de caídas al eliminar la necesidad de vibrado.

Mayor facilidad y, por ende, menor esfuerzo para trabajarlo.

Reducción de los costos de mantenimiento y operaciones.

Garantía del comportamiento estructural y durabilidad de su edificación.

Mejores acabados

Reducción de costos de ejecución.

Reducción de mano de obra y equipos necesarios debido a la elevada trabajabilidad que posee durante su colocación.

Compactación adecuada del hormigón autocompactante, es decir, se divide los problemas de una vibración inadecuada y es independiente de la formación y experiencia de los operarios.

Reducción del ruido debido a la eliminación de la vibración.

Reducción del plazo de ejecución debido a su alta producción.

Reducción de los riesgos laborales mejorando la salud laboral y el ambiente de trabajo.

Facilita el hormigonado de estructuras más complejas o densamente armadas creando una mayor disposición de puntos de hormigonado. De esta manera se pueden diseñar elementos arquitectónicos y estructurales más complejos.

Se mejora los acabados.

Es más rentable cuando se considera el costo total de la obra.

En el sector de la prefabricación, además de las ventajas citadas anteriormente, existen otras como el aumento de la vida útil de los moldes debido a la ausencia de vibradores que es el principal factor de desgaste de los mismos, pudiéndose usar moldes más ligeros y reducción de los gastos de mantenimiento.

### **Limitaciones**

Considerables costos de aditivos.

Nuevas tecnologías que necesitan las personas capacitadas para su trabajabilidad.

Se utilizará cemento general Pacasmayo Tipo I, Agregado Fino, Agregado grueso con T.M.N. (1/2”), agua potable, aditivo superplastificante Sika ViscoCrete 1110-PE y Microsilice Sika Fume

### **Materiales para la composición del diseño.**

#### **Cemento portland**

ICG (s.f.) señala que esta materia es el resultado final de la pulverización del Clinker portland con la anexión parcial del sulfato de calcio. Existe la posibilidad de adicionar elementos diferentes con la única condición de no sobrepasar el 1% del total de peso y que el régimen de la normativa resuelva que su anexión no genere alteraciones en las propiedades de esta materia en este caso el cemento, como consideración se propone que las adiciones deberán ser pulverizadas en su conjunto con el Clinker.

## **Tipos de cemento Portland**

El cemento portland normal está sujeto a obedecer una serie de prioridades que están establecidos Norma ASTM C 150 para los Tipos I, II y V, tales tipos son elaborados en nuestro territorio nacional. A manera de variable se podrá aplicar o dar uso a lo establecido en la norma técnica peruana que rige el uso del cemento, representada con las iniciales NTP.

### **Cemento tipo I**

El requerimiento de uso para emplear el cemento Portland Tipo I se da en base a normas establecidas la cual refiere que el empleo se dará siempre y cuando el concreto a trabajar no especifique propiedades de exclusividad en los demás tipos de esta forma se efectuará su empleo, obedeciendo a lo establecido por la Norma ASTM C 150 ó NTP 334.039.

### **Agregado**

ICG (s.f.) indica el comportamiento de un agregado como un compuesto de singulares partículas sin vida cuyo origen está dado natural o ficticio, los parámetros establecidos para su configuración están expuestos bajo la Norma NTP 400.011.expone a su vez que los agregados son la fase discontinua del concreto por tal motivo en instante de su congregación indican en un porcentaje de 62.5 a 78% por metro cubico de concreto.

### **Agregado fino.**

ICG (s.f.) enfoca su definición de su origen como la descomposición por la misma acción de la naturaleza o de manera artificial que padecen las rocas en el transcurrir del tiempo el cual tiene un proceso de selección llamado tamizado y que a su vez

deberá pasar por el tamiz 3/4" y quedar retenido por el tamiz N°200. El más comercial de los agregados es la arena fina también gracias al procesar de descomposición de rocas halladas en ríos y arrastradas por causa de los caudales.

#### **Agregado grueso.**

ICG (s.f.) ya definida la obtención de los agregados también obedece a pasar por un filtro en este caso queda retenido por la malla número cuatro representada de esta manera N°4 la clasificación más loable de este tipo de agregado se da en grava o en piedra triturada conocida como piedra chancada. El agregado grueso conocido como grava surge de la descomposición de rocas encontradas en los márgenes de los ríos, en el mismo cauce que por acción de la erosión debido a los caudales se dan a obtener, sin embargo la piedra ya es un proceso más artificial ya que el hombre interviene en su obtención.

#### **Agua.**

ICG (s.f.) define el enfoque que presenta el agua en combinación con los agregados para que de esta manera la reacción con el material cementante den lugar a la formación del gel, esta combinación de elementos hace factible la trabajabilidad de la solución y por ende su colocado en obra garantizando de esta manera una ejecución que brinde todas las características y propiedades anheladas. Como todo elemento el líquido vital estará obligado a cumplir ciertos parámetros que garanticen funcionamiento por lo tanto estará expuesto en la norma NTP 339.088 y por condicionamiento de uso deberá de ser agua potable de uso Humano, sin embargo no se encuentra un criterio estable en la cual establezca un límite para las sales y demás sustancias presentes en el agua.

## **Aditivos**

ICG (s.f.) da a conocer que el aditivo tiene 2 definiciones similares de diferentes fuentes como es el caso del 116R del American Concrete Institute y su vez como por las Norma ASTM C 125, como un material completamente ajeno a los componentes del diseño de mezcla su empleo radica como una sustancia de adición siempre y cuando busque mejorar las propiedades o características de la mezcla su inclusión se dará a cabo ya una vez establecida las proporciones, inmediatamente antes o durante su mezclado. Todo esto con el único propósito de obtener un concreto con las expectativas deseadas las cuales se verá a continuación.

Con el uso de estos aditivos adecuar las propiedades del concreto de acuerdo a la necesidad del proyecto.

Fácil colocado de la mezcla

Minimizar el costo de operación

Las consideraciones a tomarse en cuenta deberán ser empleadas para obtener como manera única que es el único medio capaz de resolver tal necesidad.

### **Aditivo superplastificante**

Wikipedia, (citado en Rabanal, 2018) poseen la capacidad de generar propiedades mejores que posee el mismo. El comportamiento del concreto en estado fresco una vez evaluado el aditivo se dará a conocer en los ensayos ya sea por resistencia o por fluidez.

## **Definición de términos**

### **Diseño**

Es la congregación de un conjunto de elementos que lo conforman con metas destinadas a un solo propósito, que requieren en su elaboración teorías, cálculos y normas y que gracias a esto se puedan solucionar problemas reales.

### **Concreto**

Viene a ser la conformación la agrupación de deferentes elementos que al mezclarse dan vida al concreto como materia artificial creado por el hombre, que en su forma física consta de un medio ligante conocido como pasta, que dentro de la composición del mismo están incluidos partículas obtenidas de la desintegración de rocas llamadas agregados.

### **Trabajabilidad**

Definida como la característica que posee el concreto en el preciso instante de su mezclado debido su facilidad al momento de ejecutar el trabajo con el objetivo de confeccionar el concreto, ya que gracias a esta propiedad física la ejecución de una obra se pueda llevar a cabo de una manera eficaz tanto como para el transportado, manipulado y por último el colocado.

### **Exudación**

En la siguiente definición quedara expuesta la exudación como una reacción física que presenta el concreto obligado por la sedimentaciones solidos que con lleva que el agua manifieste un ascenso hacia la parte superior del encofrado. El desarrollo de esta reacción sucede después de ocurrido y colocado y consolidado de los diferentes tipos de encofrado prolongándose hasta que se inició al fraguado de la mezcla, ocurriendo

de esta manera la máxima consolidación de sólidos o produciéndose la ligazón de las partículas.

### **Segregación**

Es el cambio físico que percibe la mezcla de concreto de tal forma que el conjunto de los agregados finos y gruesos sufren un desplazamiento de la pasta de cemento, esta condición se produce netamente en el instante que se consume el mezclado, transporte y vaciado o vibrado del concreto por esta razón el concreto presentará dificultades en su duración y acabados.

### **Contenido de aire**

La normativa peruana siguiente [NTP 339.047-2006], precisa que el contenido en volumen de vacíos incluidos atrapados aumentará la duración del diseño de mezcla y por la misma razón representa una mejor trabajabilidad cuando la mezcla se halla en estado fresco.

### **Curado**

Es el procedimiento a seguir inmediatamente después de la colocación en el encofrado bajo la tutela de las condiciones del ambiente en este caso la temperatura y humedad en el que el concreto sufre un cambio de estado de encontrarse en estado fresco a pasar a endurecer.

### **Curva granulométrica**

Está definida según la norma técnica Peruana [NTP 400.011-2008 - Revisada el 2013)]. Como la caracterización gráfica de los elementos granulares y presenta una situación analítica respecto a la distribución de tamaños de los agregados manteniendo

un orden claro para su objetividad. Su configuración se lleva a cabo de la siguiente manera anclando los logaritmos de las aberturas en el eje de las abscisas y los porcentajes que pasan a sus complementos 100 ubicadas en el eje de las ordenadas.

### **Dosificación**

Es la estación de las cantidades a emplearse en el diseño de mezcla precio análisis y cuantificación de estos de tal manera que sus porcentajes sean óptimos para que realice un buen desempeño.

### **Granulometría**

La granulometría es la cuantificación que sufren los agregados para ser estimados en cuanto a su tamaño requiriendo pasan por una serie de tamices establecidos por normas las cuales nos darán como resultado la masa de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices. Cabalmente se calcula la masa retenida y/o que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados. [NTP 400.011-2008 - Revisada el 2013].

### **Modulo de elasticidad**

Establecido y definido como Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente para esfuerzos de tensión o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material. También conocido como módulo de Young o módulo Young de elasticidad, designado por el símbolo  $E$ . Expuesto esto en la Norma Técnica Peruana [NTP 339.047-2006].

### **Módulo de finura (MF)**

Indicador obtenido de la sumatoria de los porcentajes acumulados en base a los ejemplares de agregados de acuerdo a cada uno de los tamices de la progresión detallada en la norma técnica Peruana [NTP 400.011-2008 - Revisada el 2013]

### **Módulo de finura de la combinación de Agregados.**

Es un indicador que determina la mejor combinación de los agregados determinada las proporciones de los componentes del concreto.

### **Realidad problemática**

El concreto es el elemento que incide con mayor demanda en la construcción de edificaciones como viviendas edificios obras de saneamiento y todo lo que incluye la construcción civil a nivel local, nacional y en todo el mundo. El incesante incremento poblacional es directamente proporcional al requerimiento de infraestructura, vivienda obras básicas en general, para tal demanda, es indispensable contar con nuevas tecnologías que desarrolle la construcción. La construcción informal en el Perú evidencia un alto riesgo a cientos de personas y se acrecienta con el día a día por la ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico que se encuentra el Perú donde tiene espacio el 90% de sismos en el mundo y 80% de terremotos más considerables.

El requerimiento de uso de concreto en nuestro país es considerable, ya sea en edificaciones formales e informales, pero en el periodo de su producción se perciben circunstancias que modifican el desempeño de sus capacidades. Uno de los factores externos y autosuficientes en la producción del concreto es el vibrado que se ejecuta en el periodo de colocado en obra, estimulando problemas en su naturaleza. Motivo por el cual induce al empleo de nuevas tecnologías para su tratamiento contribuyendo

con investigaciones pruebas en base a las necesidades de proyectos buscando mejorar su calidad puesta en obra.

### **Formulación de problema**

¿Cuál es el efecto de adición de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del diseño de un concreto autocompactante Huaraz-2020?

### **Justificación de la investigación**

Como Como implementación de nuevas investigaciones, procedimientos metodológicos como desarrollo sostenible de la construcción en la ingeniería civil, en el marco referencial del avance tecnológico del concreto, el concreto autocompactante emerge desde una perspectiva obligatoria a fortalecer las soluciones a los cuestionamientos que se palpan en el campo de las edificaciones de gran envergadura nace la idea de fusionar un concreto autocompactante con fibra de vidrio justificando su propósito en el incremento de su capacidad a la resistencia a la compresión y demás características particulares que posee este tipo de concreto.

Focaliza su elaboración en obras locales, nacionales donde el concreto autocompactante es la elección más factible en lo que representa su colocación, acabado y resistencia y mayor durabilidad en comparación al concreto tradicional. Asimismo, garantiza un aporte en lo que refiere al impacto ambiental pues incide en el aminoramiento sonoro del equipo de vibración.

### **Hipótesis**

La adición de la fibra de vidrio en diferentes proporciones afecta positivamente en la resistencia a la compresión de un concreto autocompactante.

## **Objetivos**

### **Objetivos General**

Evaluar los efectos de la adición de fibras de vidrio en la resistencia a la compresión del diseño de un concreto autocompactante.

### **Objetivos Específico**

Caracterizar la fibra de vidrio a ser aplicada en el diseño de mezcla del concreto autocompactante.

Diseñar la mezcla del concreto patrón y experimental al adicionar 1% y 3% de fibra de vidrio para concreto autocompactante

Determinar resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental al adicionar 1% y 3% de fibra de vidrio a los 7 días, 14 días y 28 días de curado.

Evaluar el efecto de adicionar fibra de vidrio en 1% y 3% en un concreto autocompactante.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo y diseño de investigación**

Tecnología aplicada puesto que se empleó materiales convencionales para el diseño de mezcla adicionando fibra de vidrio, cuya finalidad es el de confeccionar un concreto autocompactante. El diseño es experimental porque analizo si la variable independiente afecta a uno o más variables dependientes.

### **2.2 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La población estará compuesta por un determinado número de probetas.

## Muestra

El tamaño de la muestra es de 27 probetas cilíndricas con concreto Autocompactante tan igual que la población, las que serán ensayadas a los 7,14 y 28 días con distintas adiciones de fibra de vidrio (1% y 3%), para la evaluación de sus propiedades físicas para este estudio la resistencia a la compresión.

### 2.4 Técnicas e instrumentos de investigación

Una de las técnicas que fueron empleadas en el acopio de datos factibles fue la observación durante el periodo progresivo de evaluaciones para proceder al diagnóstico de conductas características presentes en el tema de estudio, como instrumentos para plasmar los datos obtenidos se registrarán las guías de apoyo de acuerdo a las normas establecidas por el ASTM de acuerdo a la necesidad de uso solicitado en el ensayo.

En la siguiente tabla se mostrará los diferentes ensayos realizados de acuerdo a la normativa.

**Tabla 2**  
*Ensayos Realizados*

N°	Ensayo
1	Análisis Granulométrico (Norma ASTM-C33)
2	Contenido de Humedad (ASTM-C566)
3	Gravedad Especifica y Absorción Agregado fino ( ASTM-C128/ NTP 400.022)
4	Ensayo de Peso Unitario y Varillado (ASTM C-29/NTP 400.017)
5	Diseño de mezcla (comité de diseño 211 ACI)
6	Ensayo de resistencia a la compresión (Norma ASTM C39)

Fuente: Mantilla 2017p.25

### **2.3 Procesamiento y análisis de la información**

El acopio de datos para diagnosticar el efecto que causa la adición de la fibra de vidrio en la resistencia a la compresión en un concreto autocompactante, se fundamenta en determinar las características del material a integrar al concreto convencional de esta manera se ejecutara el diseño de mezcla haciendo uso del método ACI.

Elaborado el diseño de mezcla de concreto patrón y el concreto con los diferentes porcentajes de fibra de vidrio, se produce los ensayos en tiempos de 7,14 y 28 días de curado, donde el método destinado para acopiar resultados fue la observación siendo las herramientas las fichas técnicas donde se tomaron datos y estudios necesarios, encausada por intermedio procedimientos estadísticos como la determinación de promedios, el análisis de varianza, etc. Procesados en programas computarizados como Excel.

### **2.4 Materiales y procedimientos**

Los materiales que dimos uso para nuestra investigación, ensayos fueron los que se mencionaran a continuación.

Arena fina extraídos de la cantera de tacllan.

Arena gruesa también extraída de la cantera de tacllan.

Piedra chancada extraída al igual que los demás agregados.

Fibra de vidrio tipo E.

Durante el proceso de elaboración de pruebas y ensayos se hace uso de los siguientes equipos para su confinamiento, y también el uso de algunos elementos de protección personal.

Tazones

Bandejas

Balanza electrónica de precisión de 0.1 gr

Horno para el secado de muestras a temperatura de 110°C

Tamices de diferentes diámetros.

Probetas para el encofrado del diseño de muestras

Varilla de acero

Cepillos de acero

Cilindros de agua para el curado de especímenes

Cilindros metálicos para la prueba de peso unitario

Casco

Chalecos

Guantes

El procedimiento ordenado con sé que llevo a cabo los análisis será detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 3**  
*Procedimiento de ensayos*

---

N°	Ensayo
1	Análisis granulométrico del agrado fino
2	Análisis granulométrico del agregado grueso
3	Análisis de gravedad Especifica y Absorción del agregado fino
4	Análisis de gravedad Especifica y Absorción del agregado grueso
5	Análisis de peso unitario del agregado fino
6	Análisis de peso unitario del agregado grueso
7	Contenido de humedad del agregado fino
8	Contenido de humedad del agregado grueso
9	Diseño de mezcla por el método del ACI
10	Prueba de asentamiento del concreto con el cono de Abrans
12	Prueba de fluidez con la caja en L
13	Prueba de fluidez con el embudo en V
14	Prueba de fluidez con el Anillo Japones
15	Vaciado del diseño de mezcla en las probetas
16	Curado de los moldes de concretos a las edades establecidas
17	Ensayo a la compresión de los moldes de concreto

---

**Fuente:** elaboración propia

### **III. RESULTADOS**

En este presente capítulo se muestran los principales resultados a los ensayos realizados en el laboratorio de tecnología del concreto en la Universidad Privada San Pedro para el agregado grueso, agregado fino, también los resultados del concreto en las edades de 7, 14 y 28 días.

Caracterizar la fibra de vidrio a ser aplicada en el diseño de mezcla del concreto autocompactante.

### **3.1. Caracterización de la fibra de vidrio a ser aplicada en el diseño de mezcla del concreto autocompactante**

#### **Descripción de longitud de la fibra de vidrio**

La caracterización de la fibra de vidrio será desarrollarla en base a antecedentes por lo cual la cuantificación de la longitud de fibra de vidrio dispuesta en la adición al concreto autocompactante será permanente por eso se conservaron estables en los diseños de manera tal que no exista una desigualdad en cuanto a sus medidas y no se perciba el motivo de un agente que contribuya en los resultados a las pruebas a compresión de los especímenes experimentados en laboratorio.

Huaman (2015) aduce que la fibra de vidrio debe optar por una longitud igual a 100 veces su diámetro, cada fibra deberá poseer ese valor como mínimo, luego se procedió a tomar una serie de medidas para averiguar el diámetro haciendo uso de un vernier digital con una precisión de 0.01 milímetros.

Huamán (2015) indica que eligió la fibra de vidrio que contenga los filamentos más cortos posibles, eligiendo la Fibra de vidrio Tipo E-Mat obteniendo una longitud promedio de acuerdo a muestreos longitudinales de 35.389 mm.

### **3.2. Diseño de mezcla en proporciones de 1% y 3% graduadas convenientemente para la elaboración del diseño de mezcla del concreto autocompactante**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los diferentes ensayos para hallar las propiedades de los agregados que utilice en esta investigación.

## Contenido de humedad (ASTM D-2216-71)

**Tabla 4**

*Contenido de humedad de la grava*

Nº De Tazón	41
1 Peso Recip.+ Suelo. Húmedo	1046.2
2 Peso Recip. + Suelo Seco	1043.7
3 Peso Recipiente (gr)	163.5
4 Peso del agua 1-2	2.5
5 Peso Suelo Seco 2-3	880.20
6 Humedad (4/5) x 100%	0.65
Humedad promedio	0.65

**Fuente:** Laboratorio de la USP

La tabla N°2 muestra el procedimiento en laboratorio que se realizó para obtener el contenido de humedad de la grava.

Nos podemos dar cuenta si bien es cierto que el contenido de humedad viene a ser definida como la proporción de un periodo dado como es la fase líquida con respecto a la fracción sólida, calculados con una serie de procedimientos como es el secado en horno del material depositado en taras o recipientes, sometidos a altas temperaturas por lapso de tiempo de 24 horas, posteriormente pasan a ser removidas del horno utilizando tenazas y espátulas debido al calor que poseen, seguidamente y como último paso se realiza el pesado en la balanza digital y mediante una serie de cálculos matemáticos tal y como indica la ficha técnica de laboratorio se obtienen los cálculos correspondientes para su posterior análisis y conclusiones . Humedad del agregado fino

## **Agregado fino**

**Tabla 5**

*Humedad del agregado fino*

N° De Tazón	28
1 Peso Recip.+ Suelo. Húmedo	948.4
2 Peso Recip. + Suelo Seco	940.1
3 Peso Recipiente (gr)	172.2
4 Peso del agua 1-2	8.30
5 Peso Suelo Seco 2-3	767.90
6 Humedad (4/5) x 100%	3.2
Humedad promedio	3.2

**Fuente:** Laboratorio de la USP

La tabla N°3 muestra ya los resultados obtenidos del análisis y procedimientos de cálculos matemáticos, sin dejar de mencionar que el prototipo deberá ser remesado al laboratorio custodiado convenientemente para rehuir a pérdidas de humedad durante la conducción del material.

### **Análisis granulométrico del agregado fino y grueso**

(N.T.P. 400.012:2001/ MTC E204 – ASTM C 134-96)

Para singularizar el tipo de suelo con el que se va a trabajar o ensayar se requiere una serie de normas ensayos previstos las cuales deben seguir un orden para su caracterización, de manera convencional el proceso granulométrico se ejecuta en primer lugar tomando una muestra representativa cumpliendo con los estándares especificados en las normas seguidamente el ordenamiento de los tamices de acuerdo a las prioridades convenientes.

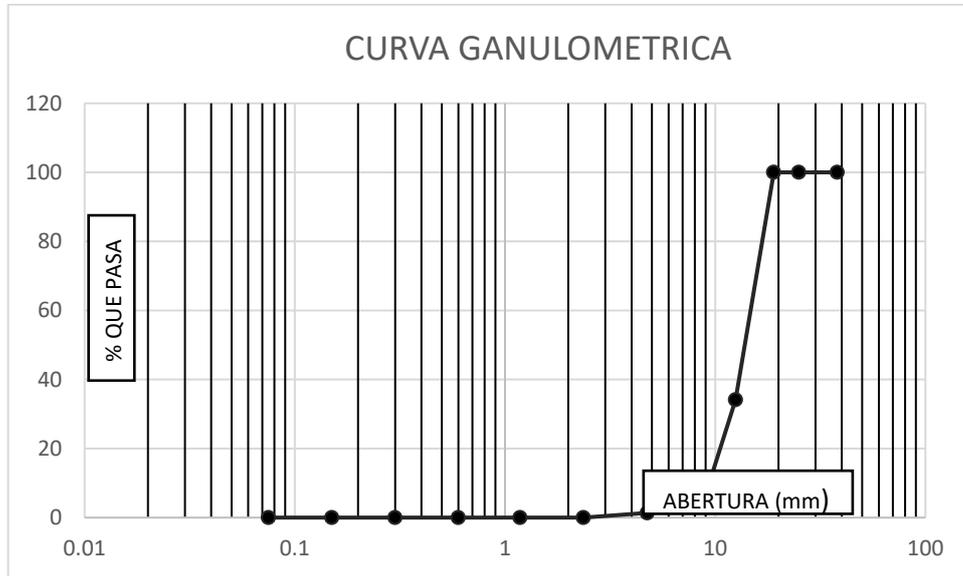
**Tabla 6**  
*Análisis Granulométrico de la Grava*

Tamiz	Peso	%Retenido	% Retenido	% Que pasa	
N°	Abertura. (mm.)	Retenido(gr)	Parcial	acumulado	
3"	75.00				
2 1/2"	63.00				
2"	50.00				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	5919.50	65.89	65.89	34.11
3/8"	9.50	2053.50	22.87	88.76	11.24
# 4	4.75	887.00	9.88	98.64	1.36
# 8	2.36	122.00	1.36	100.00	0.00
# 16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
# 30	0.6	0.00	0.00	100.00	0.00
# 50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00
# 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
# 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.0
TOTAL		8979.00	100.00		

**Fuente:** Laboratorio de la USP

**Este procedimiento consiste en Examinar el comportamiento granulométrico de los áridos en este caso la grava conocida como la arena gruesa al pasar por los tamices predeterminados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro con la finalidad de estimar datos para el posterior análisis y toma de decisiones en el lapso de tiempo de realizar el diseño de mezcla del Concreto Autocompactante reforzado con fibras de vidrio.**

El grafico mostrado a continuación muestra y determina una relación entre los porcentajes obtenidos de la muestra que pasan al momento de realizar el tamizado correspondiente y la abertura de los tamices pre determinados



**Figura 8** Curva granulométrica de la Grava

**Fuente:** elaboración propia

De esta manera en la figura se da a conocer la exhibición del gráfico ya con el producto obtenido posterior al análisis de la estructuración del material en este caso el agregado recopilado de las canteras.

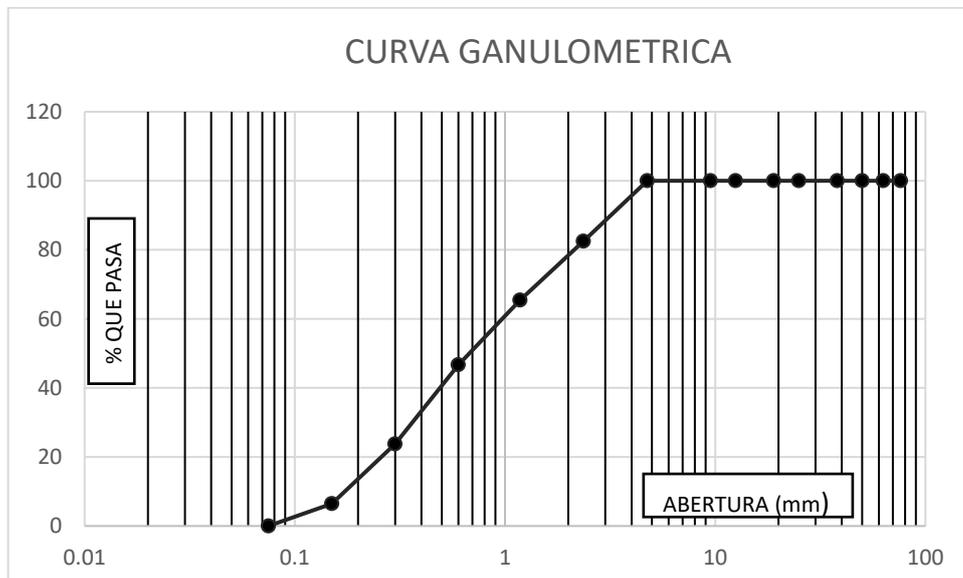
Las dimensiones de las partículas con mayor tamaño serán separadas por intermedio de los tamices pre establecidos, previo análisis de los mismos, luego el pesado de las unidades de las partículas que quedan retenidas en los tamices estandarizados para su tratamiento.

**Tabla7**  
*Granulometría de la Arena*

TAMIZ		Peso retenido	% retenido	% retenido	% Que pasa
N°	Abertura mm.	(gr.)	parcial	acumulado	
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	190.3	17.52	17.52	82.4
# 16	1.18	185.2	17.05	34.56	65.44
# 30	0.6	203.6	18.74	53.30	46.70
# 50	0.3	248.8	22.90	76.21	23.79
# 100	0.15	188.3	17.33	93.54	6.46
# 200	0.15	70	6.44	99.98	0.02
PLATO			0.02	100.00	0.00
TOTAL			100		

**Fuente:** Laboratorio de la USP

La tabla N° 7 practica el procedimiento de trabajo como consecuencia del tamizado de acuerdo a las mallas estandarizadas colocadas secuencialmente de acuerdo a las especificaciones técnicas provistas en el proceso de configuración de su fin.



**Figura 9** Curva granulométrica de la Arena  
**Fuente:** Laboratorio de la USP

En La figura que se muestra a continuación nos da a conocer la conclusión de las diferentes dimensiones de los granos estudiados en este caso se tomo como material del agregado fino conocido como la arena donde se puede indentificar los tamaño máximos que percibe este material que depende de sus diferentes factores físicos como mecanicos.

### **Gravedad específica y Absorción de los agregados.**

Gravedad Específica y % de absorción del agregado grueso (piedra chancada).

Agregado grueso (Piedra Chancada).

En la tabla mostrada a continuación desarrolla la propiedad del agregado grueso en esta oportunidad la gravedad específica que consiste en recopilar un número determinado de muestras que serán estimados su peso en diferentes estados tanto secos como húmedos y posteriormente una serie de cálculos aritméticos para obtener resultados porcentuales de cada una de las muestras puestas en práctica posterior a ese cálculo se definirá un promedio el cual nos dará una estimación más precisa a nuestros cálculos de diseño .

**Tabla 8**  
*Gravedad específica y absorción de agregados*

identificación	N° 27	N° 18	N° 43	Promedio
Peso mat. Sat.Sup. Seca (en aire)	914.0	996.00	990.0	966.67
Peso mat. Sat.Sup. Seca (en agua)	576.40	624.0	626.40	608.93
Volumen de masas / volumen de vacíos= (A -b)	337.60	372	363.60	357.73
Peso de mat. Seco en estufa (105 °C)	901.04	990.2	979.10	956.78
Volumen de masa = C - (A - D)	324.640	366.2	352.70	338.84
Pe bulk (Base seca) = D/C	2.67	2.66	2.7	2.67
Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.71	2.68	2.72	2.7
Pe Aparente (Base seca) = D/E	2.78	2.70	2.78	2.75
% de Absorción = ((A - D) / D) x 100	1.44	0.59	1.11	1.04

**Fuente:** Laboratorio de la USP

## Agregado grueso

**Tabla 7**  
*Gravedad específica y absorción de los agregados*

Identificación	Nº 30
A Peso mat. Sat.Sup. Seca (en aire)	300.0
B Peso Frasco + H2O	679.0
C Peso Frasco + H2O (A + B)	979.0
D Peso del material + H2O en el frasco	864.70
E Volumen de masa - volumen de vacíos = C-D	114.30
F Peso del material Seco en estufa (105°C)	296.0
G Volumen de masa =E -(A - F)	110.30
H Pe Bulk (Base seca) = F/E	2.59
I Pe Bulk (Base saturada) = A/	2.62
F Pe Aparente (Base Seca) = F/G	2.68
G % de Absorción = ((A- F)/F) x 100	1.35

**Fuente:** Laboratorio de la USP

### Peso unitario

Peso unitario del agregado grueso (Grava)

Los resultados que se muestran a continuación consistieron en lo que respecta a la parte operativa en otras palabras a la parte practica del diseño que conlleva en estimar la densidad total del cociente al efectuar la división del compuesto de masa seca en un nivel de compactación dado y el volumen que lo ocupa de esta manera de obtiene lo que llamamos el peso unitario de dicho material.

**Tabla 9**  
*Peso unitario del agregado grueso (grava)*

Tipo de peso unitario	Peso unitario suelto			Peso unitario compacto		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°						
Peso Material + molde	26.360	26.350	26.365	27.815	27.815	27.840
Peso del molde	7.380	7.380	7.380	7.380	7.380	7.380
Peso del material	18.980	18.970	18.985	20.435	20.435	13724
Volumen del molde	13724	13724	13724	13724	13724	13724
Peso unitario	1.383	1.3823	1.3833	1.489	1.489	1.4908
Peso unitario promedio	1.3829 gr/cm3			1.4896 gr/cm3		

**Fuente:** Laboratorio de la USP

**Tabla 10**  
*Peso unitario del agregado fino (Arena)*

Tipo de peso de unitario	Peso unitario suelto			Peso unitario compacto		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°						
Peso Material + molde	7.640	7.620	7.625	8.110	8.115	8.111
Peso del molde	3420	3420	3420	3420	3420	3420
Peso del material	4.220	4.200	4.205	4.690	4.695	4.690
Volumen del molde	2776	2776	2776	2776	2776	2776
Peso Unitario	1.5202	1.5130	1.5148	1.6895	1.6413	1.6895
Peso Unitario Promedio	1.5166 gr/cm3			1.6901 gr/cm3		

**Fuente:** Laboratorio de la USP

### 3.2 Diseño de mezclas por el método del ACI

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.

La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 11**  
*Datos de diseño*

Descripción	cantidad	unidad
Cemento Portland	Tipo I	Kg
Peso específico	3150	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del agua	1000	Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a la compresión	210	Kg/m <sup>2</sup>
slump	7	pulg

**Fuente:** Método del ACI

### **Datos del ensayo granulométrico**

**Tabla 12**  
*Datos del ensayo granulométrico*

	AGREGADO FINO	GRUESO
P <sub>us</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	1517	1383
P <sub>uc</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	1690	1490
P <sub>es</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	2590	2670
M <sub>f</sub>	2.6	6.70
TMN		1/2´
% abs	1.35	1
% w	3.2	.65

**Fuente:** Laboratorio de la USP

### **Determinación de la resistencia de diseño (f´<sub>cr</sub>).**

$$f'_{cr} 210+84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### **Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado.**

$$1/2´$$

### **Selección del asentamiento**

$$7''$$

### **Selección del contenido de agua**

Agua = 228 lt

### **Selección del contenido de aire**

Volumen de aire atrapado = 2.5

### **Determinación de la relación agua / cemento**

a/c = .56

Factor cemento

$$C = \frac{228}{0.56} = 407.153 \text{ kg}$$

### **Selección del peso del agregado grueso**

B kg/m<sup>3</sup> = 0.57\*1490 = 849.30 kg

### **Cálculo del volumen absoluto del agregado sin considerar el agregado fino.**

$$\text{Cemento} = \frac{228}{0.56} = 407.143 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen de agua} = \frac{228}{1000} = 0.228 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de aire} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del agregado grueso} = \frac{849.30}{2670} = 0.318 \text{ m}^3$$

$$\text{Sumatoria} = 0.7 \text{ m}^3$$

### **Cálculo del volumen del agregado fino**

$$\text{Volumen del agregado fino} = 0.3 \text{ m}^3$$

### **Cálculo del peso del agregado fino**

$$\text{Paf} = 0.3 * 25990 = 777 \text{ kg}$$

### **Presentación del diseño en estado fresco**

Cemento =  $407.153kg$

Agr. Fino =  $777kg$

Agr. Grueso =  $489 kg$

Agua =  $228 lt$

### **Corrección por humedad de los agregados**

Agr. Fino =  $801.864kg$

Agr. Grueso =  $854.8kg$

### **Humedad superficial**

Humedad superficial Agr. Fino =  $1.85$

Humedad superficial Agr. Grueso =  $-0.35$

Suma =  $1.5$

### **Aporte de agua a la mezcla**

Agr. Fino =  $14.375$

Agr. Grueso =  $-2.973$

Suma =  $11.40$

### **Agua efectiva**

$228-11.4 = 216.6 lt$

## Proporción de miento del diseño

**Tabla 13**

*Proporción de los agregados*

Cemento	Ag fino	Ag grueso	agua
407.143	801.864	854.82	216.6
$\frac{407.143}{407.143}$	$\frac{801.864}{407.143}$	$\frac{854.82}{407.143}$	$\frac{216.6}{407.143}$
1	1.9695	2.097	22.61

Fuente: elaboración propia

### Cantidad de materiales

Diámetro 15.24 cm

Altura 30.48 cm

Volumen del molde 0.00556 m<sup>3</sup>

Mas el 20 % del vol 0.006672 m<sup>3</sup>

### Cálculo del volumen de una briqueta

Volumen del molde 0.00556 m<sup>3</sup>

### Diseño de una briqueta adicionado desperdicio

Mas el 20 % del vol. 0.006672 m<sup>3</sup>

### Diseño de 9 briquetas adicionado desperdicio

$9 \cdot 0.006672 = 0.060 \text{ m}^3$

## Peso de materiales para 9 briquetas

**Tabla 14**

*Peso de los materiales*

Materiales	Volumen de las 9 briquetas
Cemento	407.143 kg/m <sup>3</sup> * 0.060 = 24.83 kg
Ag. Fino	801.864 kg/m <sup>3</sup> * 0.060 = 48.112 kg
Ag. Grueso	854.82 kg/m <sup>3</sup> * 0.060 = 51.29 kg
Agua efectiva	216.60 kg/m <sup>3</sup> * 0.060 = 12.99 kg
Aditivo 9% briqueta	1.37 lt/m <sup>3</sup> * 0.06 * 1000 = 0.0822 kg

**Fuente:** Laboratorio de la USP

## Resumen de los ensayos del CAC en estado fresco

**Tabla 15**

*Resultados CAC sin y con adición de Fibra de Vidrio*

Ensayos	Caja en L (0.8-1)mm	Embudo en V (6-12)seg.	Anillo Japones (680-800)mm	Cono de Abrans (680-800)mm
CAC PATRON	0.9	9	705	720
CAC+1% F.V	0.85	7	685	690
CAC+3% F.V	0.78	14	665	670

**Fuente:** Laboratorio de la USP

Los resultados mostrados en la Tabla N°13 identifican los tiempos y espesores medidos y cronometrados al momento de realizar los ensayos con los diferentes equipos y herramientas que el concreto autocompactante requiere para su apropiado desempeño.

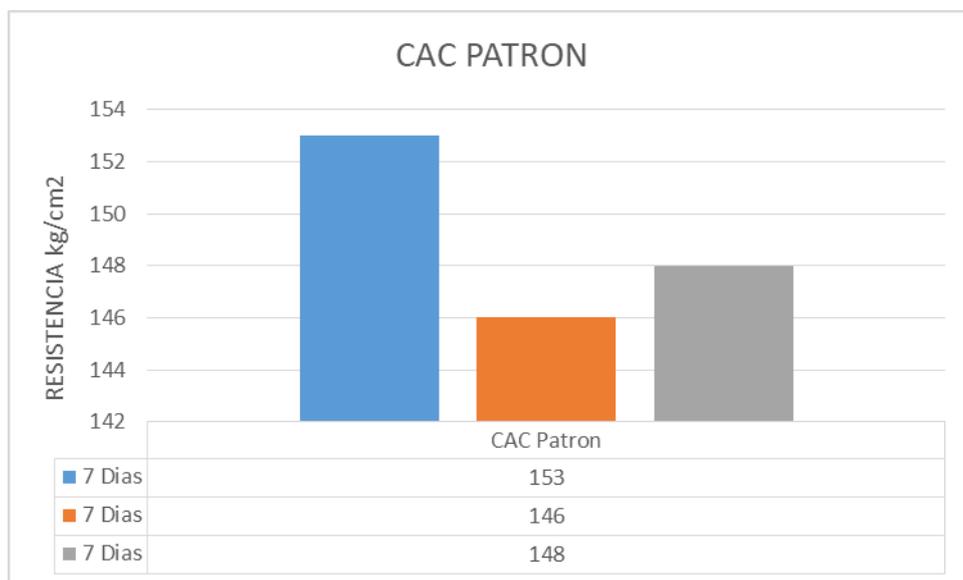
Resultados del concreto endurecido ensayado en las edades de 7, 14 y 28 días

**3.3.Determinación de la resistencia del concreto patrón y experimental  
adicionando 1% y 3% de fibra de vidrio a los 7 días, 14 días y 28 días de  
curado.**

**Tabla 16**  
*Resultados del CAC patrón a los 7 días*

7 Días (CAC Patrón)			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	153	146	148
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	153	Promedio Kg/cm <sup>2</sup> 149	
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	146		

**Fuente:** Laboratorio de la USP



**Figura 10** CAC PATRON VS 7 DIAS DE CURADO

**Fuente:** elaboración propia

La figura N°10 muestra una comparación de esfuerzos a la compresión donde se percibe variación en los especímenes

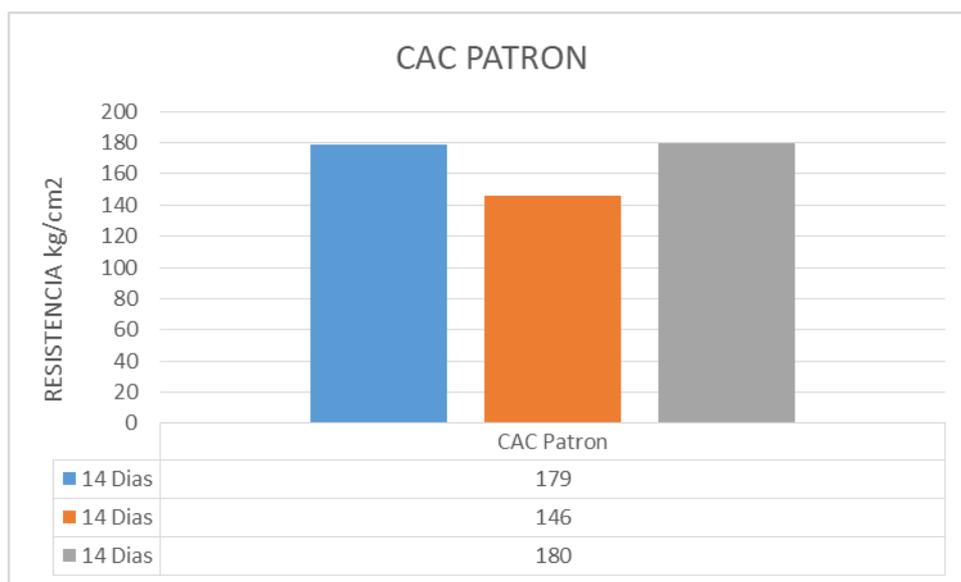
## Resultados del CAC patrón sometidos a compresión a los 14 días

**Tabla 17**

Resultados del CAC patrón a los 14 días

14 Días (CAC Patrón)			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	179	146	180
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	180	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	178
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	175		

**Fuente:** Laboratorio de la USP



**Figura 11** CAC PATRON VS 14 DIAS DE CURADO

**Fuente:** elaboración propia

La figura N°11 muestra una comparación de esfuerzos a la compresión donde se percibe variación, en los especímenes analizados no se localiza una cuantiosa desigualdad.

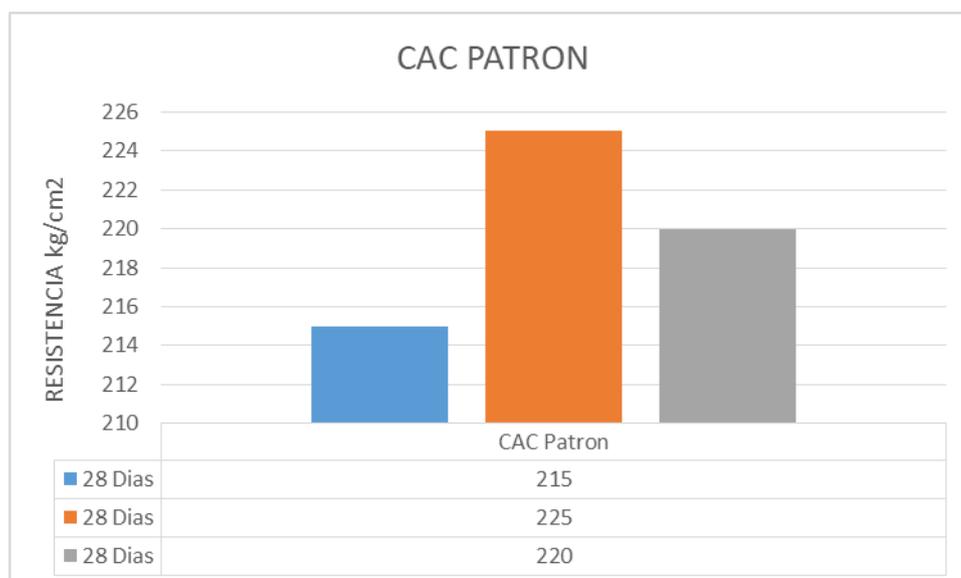
## Resultados del CAC patrón sometidos a compresión a los 28 días

**Tabla 18**

*Resultados del CAC patrón a los 28 días*

28 Días (CAC Patrón)			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	215	225	220
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	225	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	220
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	215		

**Fuente:** Laboratorio de la USP



**Figura 12** CAC PATRON VS 28 DIAS DECURADO

**Fuente:** elaboración propia

La figura N°12 muestra una comparación de esfuerzos a la compresión donde se percibe variación, en los especímenes analizados se observa un ligero incremento de uno de los especímenes sometidos a dicha prueba.

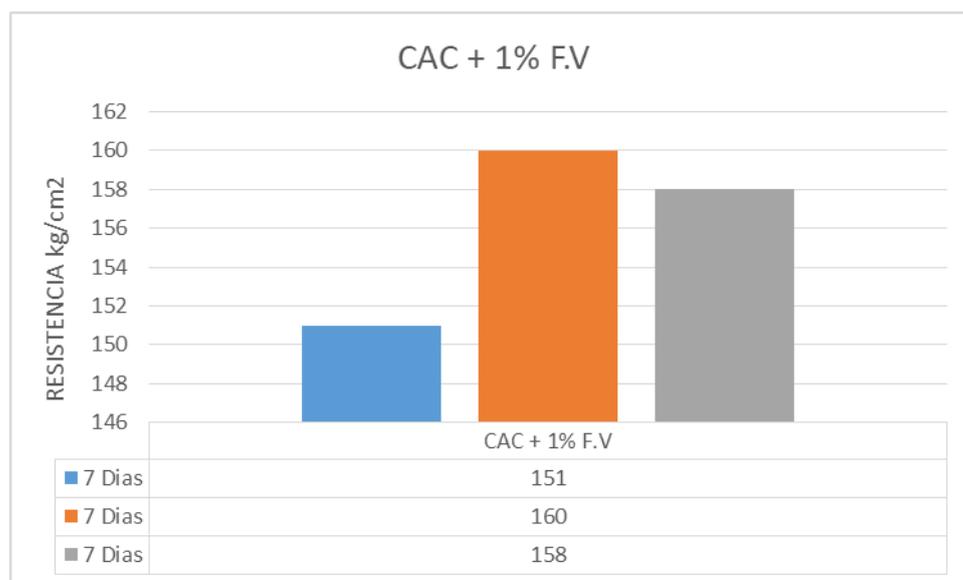
**Resultados del ensayo a compresión del concreto añadiendo 1% de fibra de vidrio a las edades de 7, 14 y 28 días.**

**Tabla 19**

*Resultados del CAC con 1% de adición de fibra de vidrio 7 días*

7 días			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	151	160	158
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	160	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	156.33
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	151		

Fuente: Laboratorio de la USP



**Figura 13** CAC + 1% F.V vs 7 DIAS DE CURADO

**Fuente:** elaboración propia

En la representación de las pruebas realizadas en la figura N°13 se van percibiendo incrementos en la resistencia a la compresión debido a la adición de fibra de vidrio del 1% con respecto al concreto autocompactante patrón.

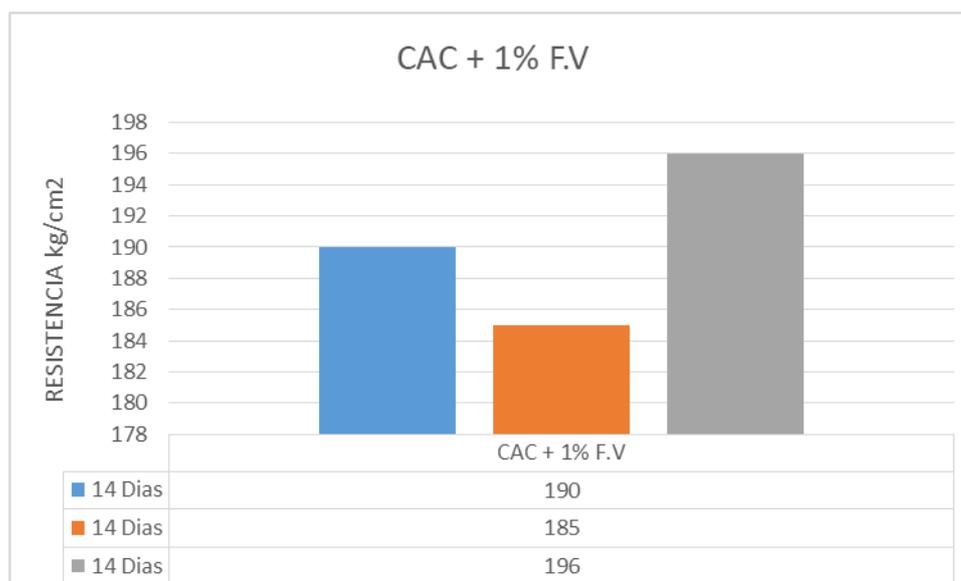
## Resultados del CAC patrón sometidos a compresión a los 14 días

**Tabla 20**

Resultados del CAC con 1% adición de fibra de vidrio

14 días			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	190	185	196
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	196	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	190.33
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	185		

**Fuente:** Laboratorio de la USP



**Figura 14** CAC +1%F.V VS 14 DIAS DE CURADO

**Fuente:** elaboración propia

En la representación de las pruebas realizadas en la figura N°14 se van percibiendo incrementos en la resistencia a la compresión debido a la adición de fibra de vidrio del 1% con respecto al concreto autocompactante patrón.

## Resultados del CAC + 1% de adición de fibra de vidrio sometidos a compresión

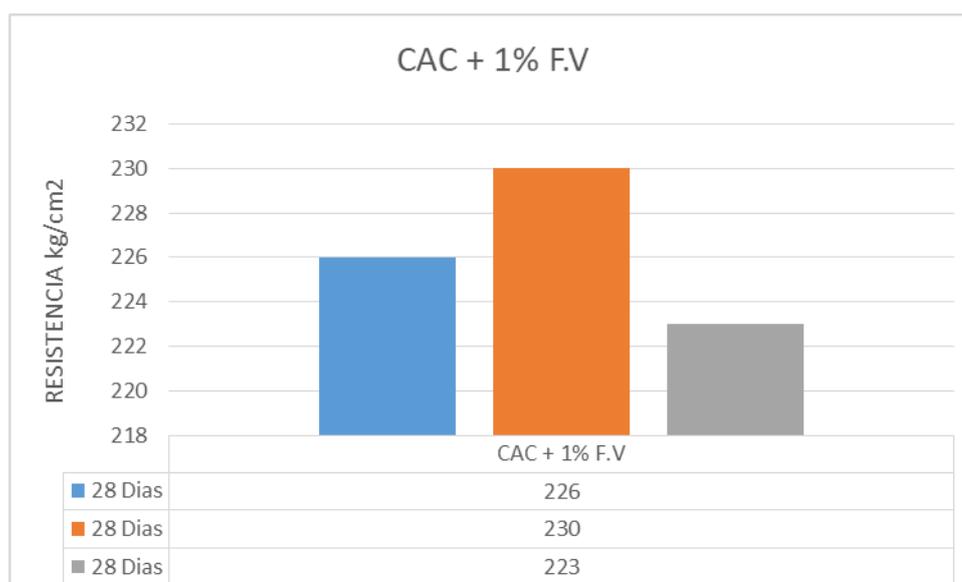
a los 28 días

**Tabla 21**

Resultados del CAC 1% adición de fibra de vidrio

28 días			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	226	230	223
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	230	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	226.33
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	223		

Fuente: Laboratorio de la USP



**Figura 15** CAC +1% F.V VS 28 DE CURADO

Fuente: elaboración propia

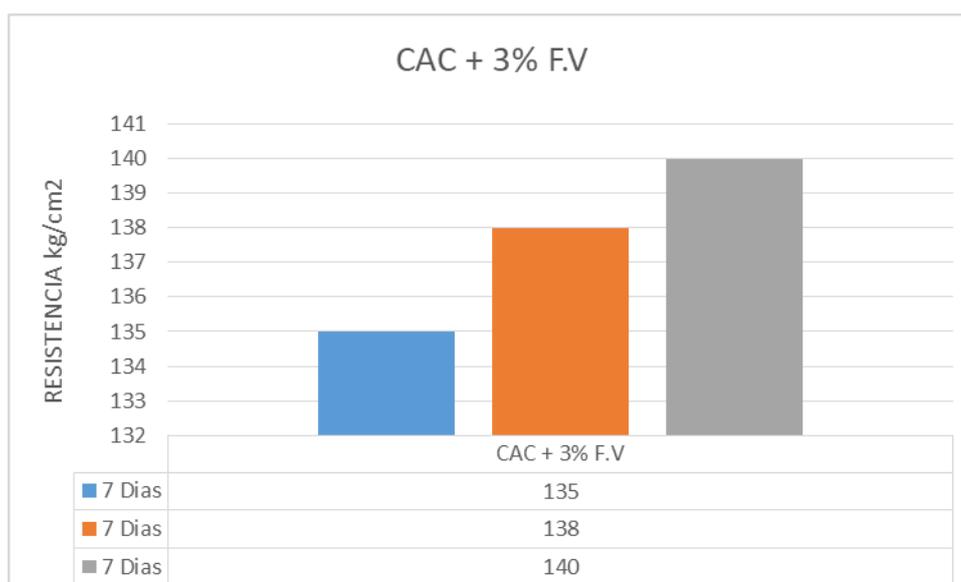
En la representación de las pruebas realizadas en la figura N°28 se van percibiendo incrementos en la resistencia a la compresión debido a la adición de fibra de vidrio del 1% con respecto al concreto autocompactante patrón.

**Resultados del ensayo a compresión del concreto añadiendo 3% de fibra de vidrio a las edades de 7, 14 y 28 días.**

**Tabla 22**  
Resultados del CAC 3% adición de fibra de vidrio

7 días			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	135	138	140
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	140	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	137.67
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	135		

**Fuente:** Laboratorio de la USP



**Figura 16** CAC + 3% F.V VS 7DIAS DE CURADO

**Fuente:** elaboración propia

En la figura N°16 se observa un decrecimiento en la resistencia a la compresión del concreto autocompactante con adición de 3% de fibra de vidrio en relación al concreto patrón y al concreto con adición del 1% de fibra de vidrio.

**Resultados del CAC + 3% de adición de fibra de vidrio sometidos a compresión a los 14 días**

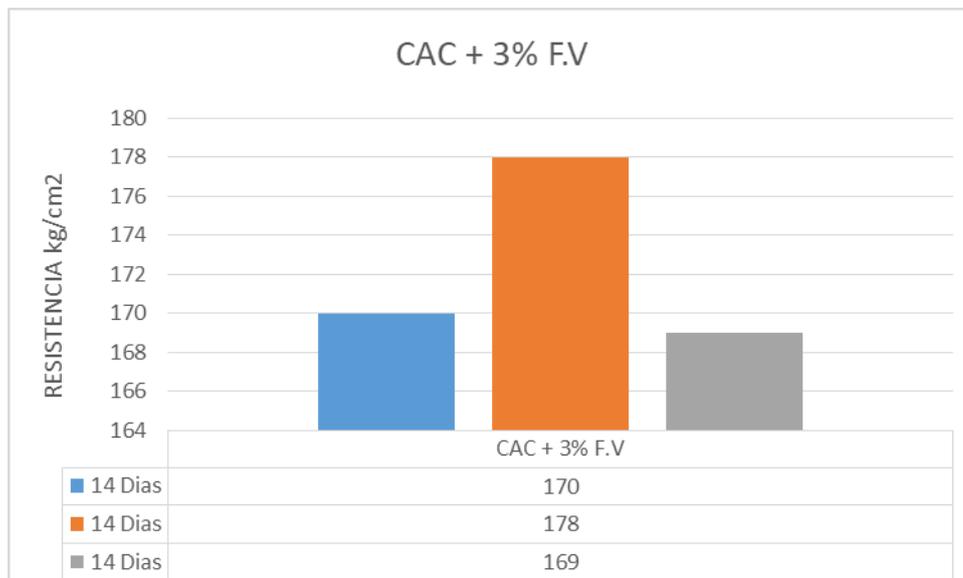
En la siguiente tabla se muestra la resistencia de 3 probetas analizadas a la edad de 14 días de curado con una adición de 3% de fibra de vidrio donde se clasifican según el esfuerzo máximo y mínimo que se observaron en los resultados.

**Tabla 23**  
*Resultados del CAC 3% adición de fibra de vidrio*

14 días			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	170	178	169
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	178	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	172.33
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	169		

**Fuente:** Laboratorio de la USP

La figura muestra la representación gráfica de los esfuerzos obtenidos a los 14 días de curado.



**Figura 17** CAC +3% F.V VS 14 DIAS DE CURADO

**Fuente:** elaboración propia.

**Resultados del CAC + 3% de adición de fibra de vidrio sometidos a compresión a los 28 días.**

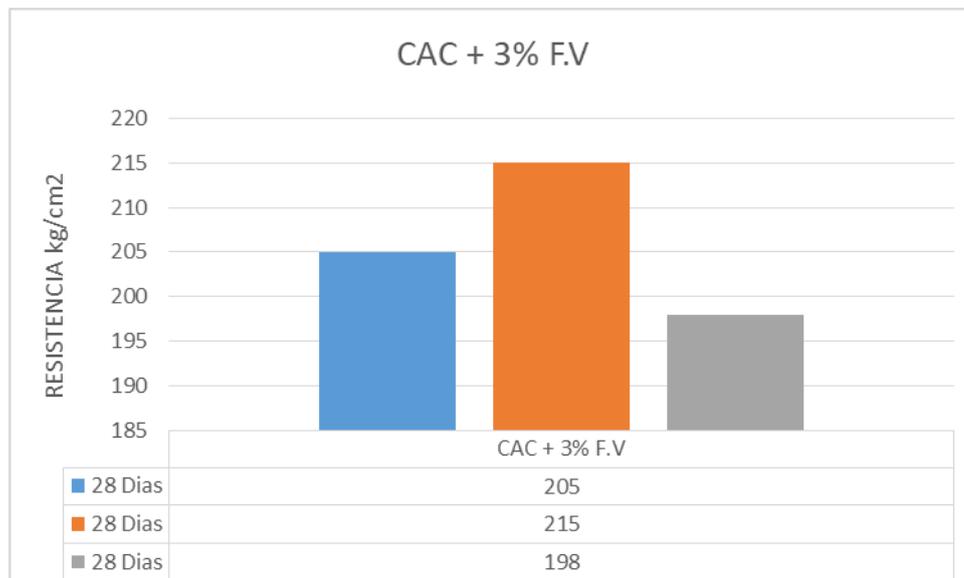
Los resultados mostrados a continuación en la tabla 24 muestran los esfuerzos y posteriormente de ordenan de mayor a menor es así que se puede distinguir el esfuerzo máximo y el esfuerzo mínimo de acuerdo a la adición proporcionada en el diseño previo de mezcla.

**Tabla 24**  
*Resultados del CAC 3% adición de fibra de vidrio*

28 días			
Probeta	1	2	3
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	205	215	198
Fc max Kg/cm <sup>2</sup>	215	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	206
Fc min Kg/cm <sup>2</sup>	198		

**Fuente:** Laboratorio de la SUP

El grafico estadístico muestra la resistencia versus el tiempo de curado.



**Figura 18** CAC + 3% F.V VS 28 DIAS DE CURADO

**Fuente:** elaboración propia

## Resultados promedios del ensayo

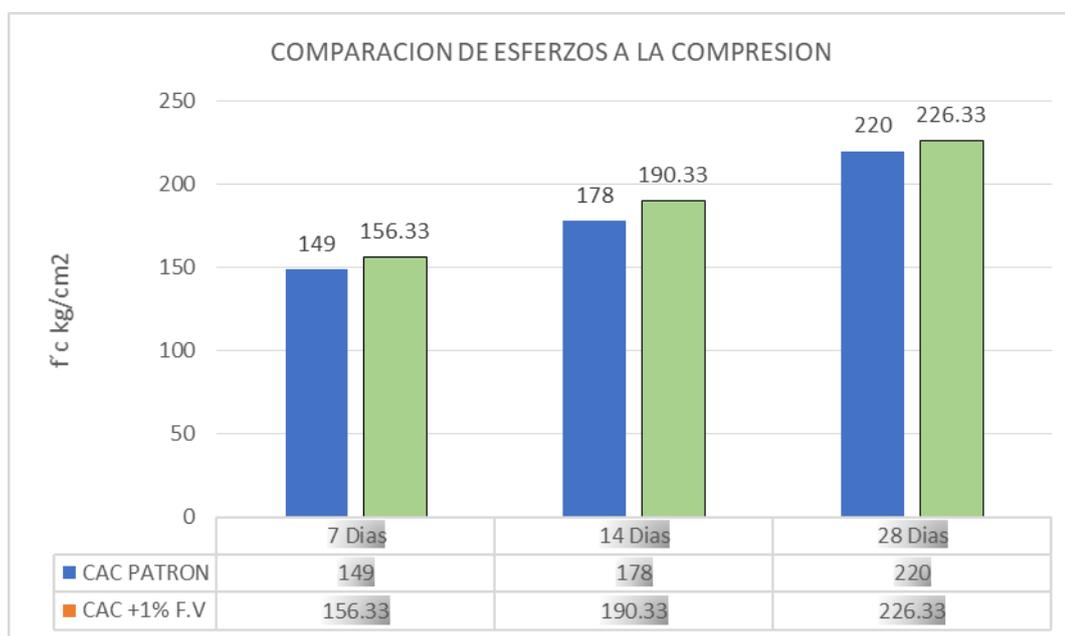
La siguiente tabla muestra la configuración de promedios obtenidos al instante de realizar las rupturas de las muestras ensayadas con relación a las adiciones de fibra de vidrio al momento de diseñar el concreto Autocompactante.

**Tabla 25**

*Resultados promedios de los ensayos a compresión*

Días	Patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fibra de vidrio 1 %	Fibra de vidrio 3%
		Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )
7	149	156.33	137.67
14	178	190.33	172.33
28	220	226.33	206

**Fuente:** Laboratorio de la USP

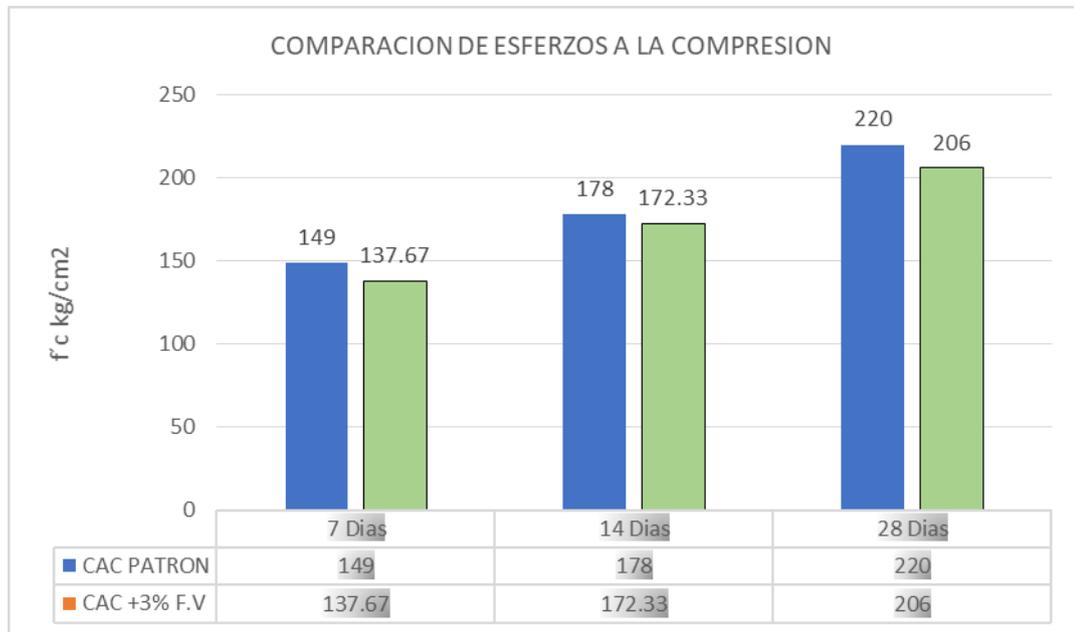


**Figura 19** Comparación de Esfuerzos a la compresión

**Fuente:** elaboración propia

En la figura N° 19 se observa una mayor resistencia a la compresión en el concreto autocompactante con adición de 1% de fibra de vidrio con respecto al concreto patrón

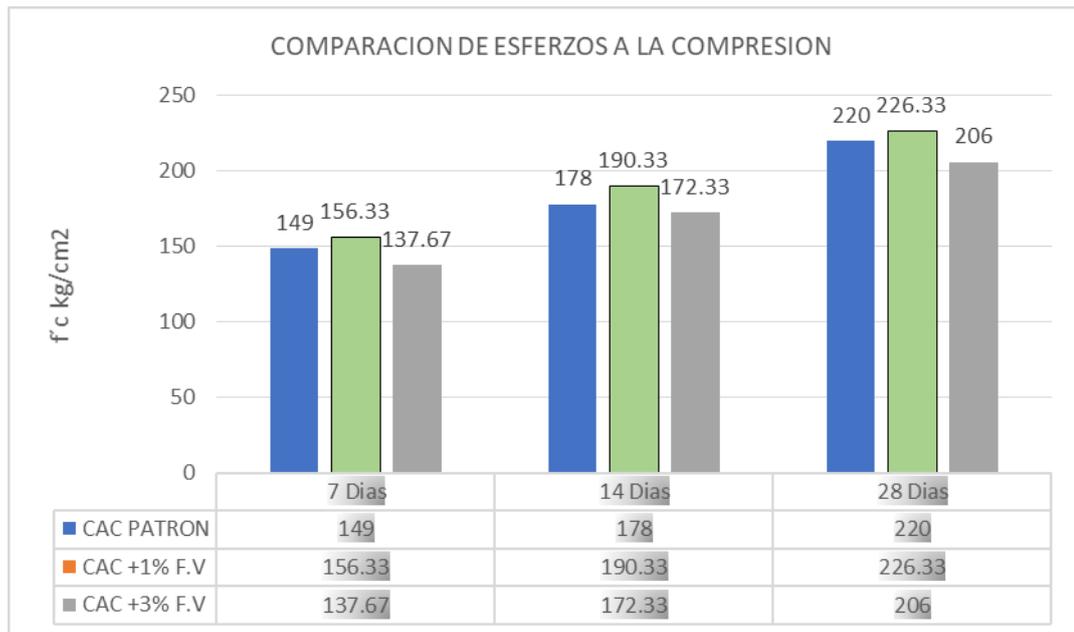
estas diferencias se presentan en todas las edades, los ensayos realizados muestran claramente un incremento en su resistencia.



**Figura 20** Comparación de Esfuerzos a la compresión

**Fuente:** elaboración propia

La figura 20 nos muestra un decrecimiento en la resistencia del concreto autocompactante debido al aumento en la dosificación de la fibra de vidrio, observamos que el concreto patrón tiene una leve ventaja respecto al concreto autocompactante con adición de fibra de vidrio de 3% en todas sus edades.



**Figura 21** comparación de es esfuerzos en las 3 edades  
**Fuente:** elaboración propia

En la figura N° 21 muestra los valores máximos en los diferentes tiempos de curado del concreto autocompactante donde resalta el concreto con adición de 1% de fibra de vidrio respecto del concreto patrón y el concreto con 3% de adición de fibra de vidrio.

### **3.4.Evaluación del efecto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$**

Para ello se realizó la prueba de Levene en el software SPSS v.25, de lo cual se obtuvo una significancia de 0,567 para la resistencia a la compresión que se basa en la media y 0,886 para la resistencia a la compresión que se basa en la mediana, estos valores son mayores a 0,05 por lo que se concluye que la acepta la hipótesis nula. Estos datos se pueden apreciar en la tabla 24.

Luego se realizó el análisis inter – sujetos de lo que se obtuvo para el tiempo de curado y la adición de fibra de vidrio una significancia de 0,000 presentando así un valor

menor a 0,05 lo que indico una significancia estadística entre dichos factores al momento de realizar el diseño de la mezcla para la elaboración del concreto patrón y experimental. Esto

**Tabla 26**

*Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error a,b*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión	Se basa en la media	,859	8	18	,567
	Se basa en la mediana	,433	8	18	,886
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,433	8	12,003	,879
	Se basa en la media recortada	,828	8	18	,590

a. Variable dependiente: Resistencia a la compresión

b. Diseño : Intersección + Edad + Adición + Edad \* Adición

Pruebas de efectos inter-sujetos

**Tabla 27**

*Pruebas de efectos inter-sujetos*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	23631,333 <sup>a</sup>	8	2953,917	124,424	,000
Intersección	892165,333	1	892165,333	37579,507	,000
Edad	21942,889	2	10971,444	462,136	,000
Adición	1628,667	2	814,333	34,301	,000
Edad * Adición	59,778	4	14,944	,629	,648
Error	427,333	18	23,741		
Total	916224,000	27			
Total corregido	24058,667	26			

a. R al cuadrado = ,982 (R al cuadrado ajustada = ,974)

#### **IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

En la investigación realizada por Rabanal Gonzales (2017), dentro de los ensayos realizados de un concreto autocompactante, los resultados obtenidos con el diseño y caracterización del concreto autocompactante con respecto a las pruebas del concreto convencional. El desarrollo predeterminado de procesos para la obtención de concretos Autocompactantes está ligado a bases teóricas para luego comprobar su realidad con ensayos establecidos. La comprobación de las capacidades de un concreto autocompactante está ligada a cumplir 3 parámetros básicos Capacidad de relleno, capacidad de paso y Resistencia a la segregación.

La resistencia del concreto patrón y los experimentales están dando buenos resultados, esto se debe a la reacción que depende de distintos parámetros como la adición de la fibra, del diseño de mezcla y las características propias de los agregados de un determinado lugar. (Tacllan)

Los especímenes del concreto autocompactante patrón tienen cierta diferencia con los especímenes del concreto autocompactante con adición de la fibra de vidrio del 1%, en cambio con la adición del mismo, pero con un porcentaje de 3% se perciben valores similares que el concreto autocompactante patrón hasta incluso baja su resistencia y demás factores de ensayo, como es el caso del concreto endurecido.

En detalle en cuanto a los especímenes de los concretos experimentales con la adición de 1% de fibra de vidrio tiene mayor resistencia que el concreto experimental con la adición del 3% debido a que el material adicionado en cantidad fue debilitando la resistencia a la compresión. Entonces a mayor adición menor será la resistencia del concreto, como se aprecia en los resultados obtenidos en el laboratorio de Palmira, la

adición en exceso tiende a que el concreto autocompactante pierda resistencia y demás pruebas como es la trabajabilidad fluidez.

En los diferentes ensayos a compresión de los especímenes diseñados  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> frente a los especímenes de los concretos experimentales, significa que la adición del 1% y 3% de fibra de vidrio, el que tuvo un mejor comportamiento y mostro un mejor desempeño al momento de la ruptura fue el concreto autocompactante con adición de fibra de vidrio del 1%, y con respecto a las pruebas del concreto autocompactante en estado fresco sus resultados tras las pruebas de Capacidad de relleno, capacidad de paso y Resistencia a la segregación los valores obtenidos son casi similares al del concreto autocompactante patrón de esa manera se puede garantizar los ensayos ya mencionados con los diferentes equipos utilizados para tal fin que el concreto no requiera del vibrado luego de su vaciado y colocado.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La siguiente hipótesis no fue cumplida en tu totalidad” La influencia de la adición de las fibras de vidrio permitirá una mayor resistencia a compresión de un concreto autocompactante  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, los resultados adquiridos en los ensayos con la adición de fibra de vidrio fueron mayores a la resistencia alcanzada por el concreto patrón, pero solo en el caso de la adición de 1% de fibra de vidrio. El concreto autocompactante patrón que obtuvo una resistencia promedio a los 7,14 y 28 días de curado respectivamente de 149, 178 y 220 kg/cm<sup>2</sup> mientras tanto al 1% de (156, 190.33 y 226) kg/cm<sup>2</sup> mientras al 3% (137.67, 172.33 y 206.0) kg/cm<sup>2</sup> (Ver tabla N°14).

La reunión de agregados estuvo lineado a las normas NTP; para el agregado fino 400.013, agregado grueso 400.017, para el cemento ASTM C-150 y finalmente para el agua NTP 339.088, que cumplieron con el análisis granulométrico satisfactoriamente.

Se caracterizó física y químicamente la fibra de vidrio teóricamente mediante ficha técnica y bibliografías para obtener un adecuado desempeño.

Se realizó el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el método ACI detallándose paso a paso lo cual se obtuvo la siguiente proporción de los materiales que se asumieron en el diseño 1 : 1.97 : 2.10 : 22.61; cemento, agregado fino, agregado grueso, agua.

En módulo de rotura o resistencia a la compresión, todas las muestras reforzadas con fibras de vidrio en sus diferentes adiciones superan a las muestras del diseño del concreto autocompactante simple excepto de la adición de 3%, esto se debe al aporte de las fibras ante refuerzos lo que esto produce una baja resistencia a la compresión debido al sobre adición de las fibras de vidrio.

En los ensayos que se llevaron a punto de falla se observó que, en el momento de la rotura de las probetas, los elementos de concreto simple presentaron desprendimiento de material o división de los mismos, mientras que los elementos reforzados con fibras de vidrio se mantuvieron unidos a través de las fisuras por medio de las mismas fibras, excepto de la adición del 3% que presenta una baja resistencia a la compresión.

Las dosificaciones seleccionadas para realizar la adición de porcentajes 1% y 3% de fibras de vidrio fue en función al peso total de la mezcla patrón, también como

resultado de la revisión de los antecedentes de su uso, se obtuvo una respuesta positiva a mejorar un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Las fibras de vidrio ofrecen una ventaja al ser utilizadas como refuerzo principal o secundario, ya que actúan como refuerzo, distribuyendo los esfuerzos de compresión en todo el volumen de los elementos, lo que disminuye la aparición de las fisuras y adicionalmente debido al trabajo que realizan después de presentarse las primeras fisuras y en consecuencia la falla, las fibras de vidrio se entrelazan entre las fisuras, evitando la separación y proporcionando una capacidad de carga adicional después de la fractura, situación que ocurre con el concreto simple.

A los tesisistas realizar investigaciones a fines a la presente investigación a fin de profundizar estudios sobre la resistencia de los concretos con la adición de materiales existentes en las diferentes zonas de la región y que sean sostenibles en su aplicación futura.

Se recomienda usar un menor espesor de diámetro de fibra de vidrio ya que su requerimiento al utilizar otro tipo de fibra de vidrio aumentaría sus propiedades de resistencia a la compresión.

La inclusión de un menor diámetro de fibra daría lugar a otra práctica para obtener mejores resultados, asimismo, a menor espesor del diámetro estaría garantizando obtener la resistencia propuesta en el diseño.

La densidad de la inclusión de fibra de vidrio en el diseño de un concreto autocompactante limita sus capacidades en este caso influye en su trabajabilidad como también hay un aumento por ende la medida del slump disminuya en su consistencia

en general si lo dosis de fibra se presenta de manera densa dará origen a una disminución de su trabajabilidad.

El aporte de las fibras de vidrio en porcentajes al concreto autocompactante para un aumento en cuanto a su desempeño de soportar cargas.

Con las experiencias halladas indudablemente que a más densidad de fibra de vidrio la mezcla se hace menos trabajable, por tal razón a los próximos investigadores reducir la densidad de las adiciones con nuevas alternativas.

Se recomienda al mezclar los materiales que involucran al concreto autocompactante, primero se debe de mezclar el cemento con la fibra de vidrio, luego la piedra y posteriormente la arena, el agua se debe de verter en cantidades pequeñas de acuerdo a la mezcla para que sea una mezcla homogénea para obtener una buena calidad del CAC.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ROBAYO, MATTEY, SILVA & DELVASTO. (2016). *OBTENCION DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EMPLEANDO ADICIONES DE ESCORIA DE CARBON FINALMENTE MOLIDA*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD NACIONAL DEL VALLE, COLOMBIA. RECUPERADO DE [HTPPS://DXDOI.ORG/10.14482/INDE.34.1.7946](https://dxdoi.org/10.14482/inde.34.1.7946).

HUAMAN, Q. (2015). *COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTP://REPOSITORIO.UNC.EDU.PE/HANDLE/UNC/633](http://repositorio.unc.edu.pe/handle/unc/633).

ABRIGO, C. (2018). *RESISTENCIA DEL CONCRETO  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO EN PROPORCIONES DE 2%, 4% Y 6%*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, LIMA, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTPS://REPOSITORIO.UPN.EDU.PE/HANDLE/11537/14739](https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14739).

MEZGO, Z. Y MEZA, C (2018). *INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CAÑA, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y TIEMPO DE CURADO SOBRE LA COMPRESION, RIGIDEZ, CAPACIDAD DE LLENADO-PASO Y FLUIDEZ DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTP://DSPACE.UNITRU.EDU.PE/HANDLE/UNITRU/11113](http://dspace.unitru.edu.pe/handle/unitru/11113).

GONZALES, D. & SU CHAQUI, A (2017). *DISEÑO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN, PIMENTEL, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTP://REPOSITORIO.USS.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/USS/2713/tesis%20RABANAL%20GONZAL;jsessionid=D32D4DA5392E05FDA91753142F71F61D?SEQUENCE=1](http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/2713/tesis%20RABANAL%20GONZAL;jsessionid=D32D4DA5392E05FDA91753142F71F61D?SEQUENCE=1)

- CHILLON, Q. (2018). *INFLUENCIA DE LA FIBRA SINTÉTICA (SIKA® FIBER FORCE PP-48) EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON  $F'C= 280 \text{ KG/CM}^2$* . (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, CAJAMARCA, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTP://REPOSITORIO.UNC.EDU.PE/HANDLE/UNC/1835](http://repositorio.unc.edu.pe/handle/unc/1835).
- MANTILLA, A. (2020). *INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO TPO E EN LAS PROPIEDADES MECANICAS RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO  $F'C=210\text{Kg/cm}^2$* . (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD CESARVALLEJO, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTP://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/HANDLE/20.500.12692/10228?LOCALE-ATTRIBUTE=EN](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10228?locale-attribute=en).
- MEHMET A, (2018). *COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN COMPUESTO AUTOCOMPACTANTE (SCC) REFORZADO CON CABLES DE ACERO DE LLANTAS DE DESECHO*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD NECMETTIN ERBAKAN KONYA, TURQUIA. RECUPERADO DE [HTTPS://SCIELO.CONICYT.CL/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI\\_ABSTRACT&PID=S0718-915X2018000300484&LNG=N&NRM=ISO](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-915X2018000300484&lng=N&nrm=iso).
- ORBE, ROJI, CUADRADO & LOSADA (2015). *ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE UN HACFRA (HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO ESTRUCTURAL)*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO, BILBAO, ESPAÑA. RECUPERADO DE [HTTP://INFORMESDELAONSTRUCCION.REVISTAS.CSIC.ES/INDEX.PHP/INFORMESDELAONSTRUCCION/ARTICLE/VIEW/4007/4559](http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4007/4559).
- RABY, A. (2016). *CARACTERIZACION DEL HORMIGON AUTOCOMPACTANTE REFORZADO CON FIBRAS SINTETICAS*

**PARA USO ESTRUCTURAL. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD DE CHILE. RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/319702999\\_CHARACTERIZACION\\_DE\\_HORMIGON\\_AUTOCOMPACTANTE\\_REFORZADO\\_CON\\_FIBRAS\\_SINTETICAS\\_PARA\\_USO\\_EST](https://www.researchgate.net/publication/319702999_CHARACTERIZACION_DE_HORMIGON_AUTOCOMPACTANTE_REFORZADO_CON_FIBRAS_SINTETICAS_PARA_USO_EST).**

**IRVING, V. (2010). *EVALUACION DE COMPOSITES DE CEMENTO-FIBRA DE VIDRIO*. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. RECUPERADO DE [HTTP://BIBLIOTECA.USAC.EDU.GT/TESIS/08/08\\_3145\\_C.PDF](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3145_C.pdf).**

**LEON, A. (2017). LAS PARTICULAS DE MONOSILICE Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN LA CIUDAD DE HUANCAYO-2017. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD CONTINENTAL, HUANCAYO, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTPS://REPOSITORIO.CONTINENTAL.EDU.PE/HANDLE/20.500.12394/5121](https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5121).**

**HUAMANI, H. (2018). CONCRETO AUTOCOMPACTANTE: DISEÑO BENEFICIOS Y CONSIDERACIONES BASICAS PARA SU USO EN LA CIUDAD DE AYACUCHO. (TESIS DE PREGRADO), UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA, HUANCAYO, PERÚ. RECUPERADO DE [HTTP://REPOSITORIO.UNSCH.EDU.PE/HANDLE/UNSCH/3259](http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/unsch/3259).**

## **LIBRO**

**RIVA, E. (2004). *NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO LIMA*, PERÚ.**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a la Universidad San Pedro por acogerme en su seno institucional, donde recibí la formación para desarrollarme profesionalmente, así como también a la plana docente por haber brindado sus conocimientos y tiempo para llevar a cabo esta meta.

También agradecer al asesor ing. Atilio López Carranza Por haberme brindado la oportunidad de guiarme en el proceso de elaboración del plan de Tesis con su capacidad y conocimiento.

Finalmente, y no menos importantes a mis señores padres por haberme forjado valores y virtudes con el fin de concluir todas mis metas trazadas y siempre manteniendo firme la esperanza de un futuro mejor desarrollando las capacidades aprendidas en el transcurso de la vida Gracias.

## ANEXOS

**Tabla 28**

*Variable Independiente*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Fibra de vidrio	El presente material es constituido de numerosos polímeros que en su conjunto originan dicha materia	Son filamentos poliméricos basados en dióxido de silicio	%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29**

*Variable dependiente*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Concreto Autocompactante con adición de fibra de vidrio	Se obtiene a través de la configuración de cemento, agregados, agua y fibra de vidrio en porcentajes determinados.	Es la mezcla de cemento, agregados, agua y fibra de vidrio cuya característica es la resistencia a la compresión.	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

CERTIFICADOS



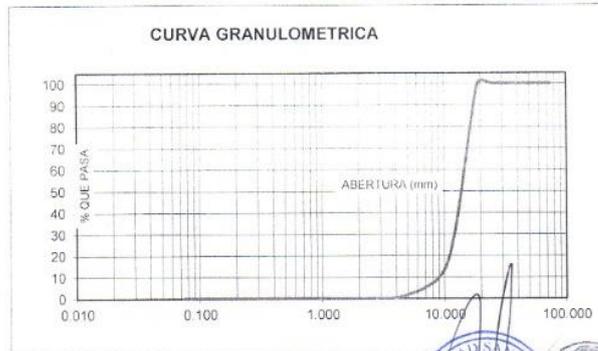
ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar  
 TESIS : "Efecto de Adicion de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
 Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 2/09/2020 CANTERA : TACLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	8979
PESO SECO LAVADO	8979.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	5916.50	65.89	65.89	34.11
3/8"	9.500	2053.50	22.87	88.76	11.24
N° 4	4.750	887.00	9.88	98.64	1.36
N° 8	2.360	122.00	1.36	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		8979.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1/2"  
 HUMEDAD : 0.28%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ANALISIS Y CONTROL DE SUELOS  
 Y ENLACE DE MATERIALES  
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
 OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345699 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: "Efecto de Adición de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"				
SOLICITA	: <b>Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar</b>				
DISTRITO	: HUARAZ		HECHO EN : USP -HUARAZ		
PROVINCIA	: HUARAZ		FECHA : 2/09/2020		
PROG (KM.)	:		ASESOR		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
N° TARRO		41			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1046.2			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1043.7			
PESO DE AGUA	(g)	2.50			
PESO DEL TARRO	(g)	163.50			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	880.20			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.28			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)				0.28
AGREGADO FINO					
N° TARRO		28			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	948.4			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	940.1			
PESO DE AGUA	(g)	8.30			
PESO DEL TARRO	(g)	172.20			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	767.90			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1.08			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)				1.1



 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 UNIDAD DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENRIQUE DE MATERIALES  
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Monjes  
 CIP: 70761  
 JEFE

**RECTORADO:** Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
**CAMPUS UNIVERSITARIA:** Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoyeta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
**OFICINA DE ADMISIÓN:** Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

**ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA**

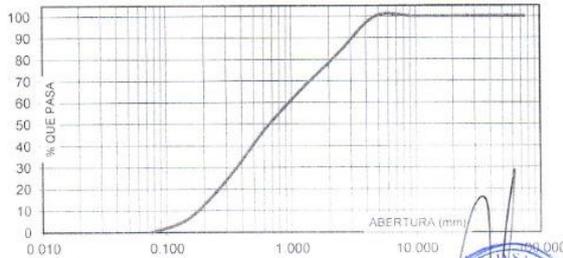
SOLICITA : **Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar**  
 TESIS : "Efecto de Adicion de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
 Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 2/09/2020 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1086.4
PESO SECO LAVADO	1086.20
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.20

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No 3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	190.30	17.52	17.52	82.48
N° 16	1.180	185.20	17.05	34.56	65.44
N° 30	0.600	203.60	18.74	53.30	46.70
N° 50	0.300	248.80	22.90	76.21	23.79
N° 100	0.150	188.30	17.33	93.54	6.46
N° 200	0.075	70.00	6.44	99.98	0.02
PLATO		0.20	0.02	100.00	0.00
TOTAL		1086.40	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 8  
 MODULO DE FINEZA : 2.8  
 HUMEDAD : 1.10%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYOS DE MATERIAS  
  
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Morales  
 CIP: 70751  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar  
 TESIS : "Efecto de Adicion de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
 Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : AGREGADO FINO  
 FECHA : 2/09/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de frasco+ agua  
 C = A + B : Peso frasco + agua +material  
 D : Peso de material+agua en el frasco  
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio  
 F : Peso Material seco en horno  
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) :  $((A-F/F) \times 100)$   
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E  
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300.0		
679.0		
979.0		
864.7		
114.3		
296.0		
110.3		
1.35		
1.35		

PROMEDIO

2.59		
2.62		
2.68		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.59
2.62
2.68



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FRUJAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LUIS DE RICARDO DE SUELOS  
 Y ENGRANAJES METALICOS  
  
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70751  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar**  
 TESIS : "Efecto de Adicion de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
 Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**  
 FECHA : **2/09/2020**

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)  
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios  
 D : Peso de material seco en el horno  
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) :  $((A-D)/D) \times 100$   
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C  
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

914.0	996.0	990.0
576.4	624.0	626.4
337.6	372.0	363.6
901.0	990.2	979.1
324.6	366.2	352.7
1.44	0.59	1.11
1.05		

**PROMEDIO**

2.67	2.66	2.69
2.71	2.68	2.72
2.78	2.70	2.78

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.67
2.70
2.75



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
  
 Ing. Jesus Ernesto Sofojo Montes  
 CIP: 70761  
 JEFE

**PESOS UNITARIOS**

**SOLICITA :** Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar  
**TESIS :** "Efecto de Adición de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 2/09/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7640	7620	7625
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4220	4200	4205
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1520	1513	1515
<b>Peso unitario prom.</b>	1516 Kg/m3		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8110	8115	8110
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4690	4695	4690
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1689	1691	1689
<b>Peso unitario prom.</b>	1690 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS  
 Y ENDAZOS GEOTECNICOS  
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes  
 CIP: 70761  
 JEFE

### PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar  
 TESIS : "Efecto de Adición de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
 Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO  
 FECHA : 2/09/2020

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	26360	26350	26365
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	18980	18970	18985
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1383	1382	1383
<b>Peso unitario prom.</b>	1383 Kg/m <sup>3</sup>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27815	27815	27840
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	20435	20435	20460
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1489	1489	1491
<b>Peso unitario prom.</b>	1490 Kg/m <sup>3</sup>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUARAZ  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 M. D. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Morales  
 CIP: 70751  
 JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar

TESIS : "Efecto de Adición de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"

FECHA: Set-20

F' C : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	11/08/2020	7	153.0	72.9
2	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	11/08/2020	7	146.0	69.5
3	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	11/08/2020	7	148.0	70.5
4	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	18/08/2020	14	179.0	85.2
5	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	18/08/2020	14	175.0	83.3
6	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	18/08/2020	14	180.0	85.7
7	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	1/09/2020	28	215.0	102.4
8	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	1/09/2020	28	225.0	107.1
9	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE PATRON			4/08/2020	1/09/2020	28	220.0	104.8

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE HUANCABAMBA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA EN INGENIERIA  
Y ENGENIERIA EN SERVICIOS  
Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes  
CIP: 70761  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : **Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar**

TESIS : "Efecto de Adicion de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"

FECHA: **Set-20**

F' C : **210 kg/cm2**

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	11/08/2020	7	151.0	71.9
2	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	11/08/2020	7	160.0	76.2
3	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	11/08/2020	7	158.0	75.2
4	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	18/08/2020	14	190.0	90.5
5	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	18/08/2020	14	185.0	88.1
6	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	18/08/2020	14	196.0	93.3
7	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	1/09/2020	28	226.0	107.6
8	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	1/09/2020	28	230.0	109.5
9	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 1 % FIBRA DE VIDRIO	-	-	4/08/2020	1/09/2020	28	223.0	106.2

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE HUANCABAMBA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MATERIALES  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. Josué Zamato Sorlio Montes  
CIP: 70761  
JEFE

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA: Bach. MAUTINO CERNA, Julio Cesar

TESIS : "Efecto de Adicion de Fibra de Vidrio en la Resistencia a la compresion del  
Diseño de un Concreto Autocompactante Huaraz - 2020"

FECHA: Set-20

F' C : 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	11/08/2020	7	135.0	64.3
2	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	11/08/2020	7	138.0	65.7
3	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	11/08/2020	7	140.0	66.7
4	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	18/08/2020	14	170.0	81.0
5	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	18/08/2020	14	178.0	84.8
6	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	18/08/2020	14	169.0	80.5
7	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	1/09/2020	28	205.0	97.6
8	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	1/09/2020	28	215.0	102.4
9	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE + ADICION 3 % FIBRA DE VIDRIO			4/08/2020	1/09/2020	28	198.0	94.3

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FRIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MUELAS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Justo Sotelo Montes  
CIP: 70751  
JEFE



**Figura 22** Agregados de la Cantera de Tacllan-Huaraz  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 23** Tamizado del Agregado Grueso  
**Fuente:** Elaboracion Propia



**Figura 24** Selección de Malla para el Tamizado  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 25** Selección del Diámetro de los tamices  
**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 26** Secado en Horno de las Muestras para determinar la humedad  
**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 27** Muestras para realizar el Ensayo de Contenido de Humedad  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 28** Preparación del Diseño de Mezcla para las pruebas de fluidez y briquetas  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 29** Instrumentos para los ensayos de Fluidez  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 30** Fibra de vidrio Tipo E para adicionar al diseño de mezcla  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 31** Prueba de Fluidez del CAC  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 32** Medicion de la fluidez en tiempos y distancias  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 33** Ensayo de fluidez del CAC con la caja en L  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 34** Ensayo de Resistencia a la Compresion de los especimenes  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 35** Ruptura de especimenes en el laboratorio de concreto  
**Fuente:** elaboración propia



**Figura 36** Especímenes fracturados después del ensayo a Compresión  
**Fuente:** elaboración propia