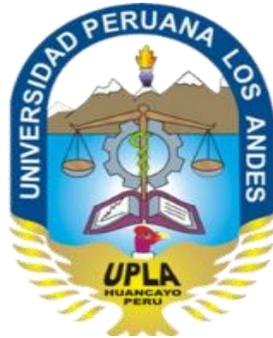


**“Año del Buen Servicio al Ciudadano”**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN  
CONCRETO  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  SUSTITUYENDO EL  
AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO  
SODO CALCICO**

**AREA DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: ANALISIS EXPERIMENTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**BACH: ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2017**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**Dr. CASIO AURELIO, TORRES LÓPEZ**

**PRESIDENTE**

---

**Dr. FRANCISCO CYL, GODIÑO POMA**

**JURADO**

---

**Ing. CHRISTIAN, MALLAUPOMA REYES**

**JURADO**

---

**Mg. VIDAL VICTOR, CALSINA COLQUI**

**JURADO**

---

**Mg. MIGUEL ANGEL, CARLOS CANALES**

**SECRETARIO DOCENTE**

**ASESOR: ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

### **DEDICATORIA**

A Dios nuestro Señor divino quien con su sabiduría y presencia espiritual a lo largo de mi vida hizo que mis estudios fueran guiados por el mejor camino, por darme las fuerzas de lucha constancia y perseverancia y hacer posible la finalización de esta investigación con mucha dedicación y satisfacción por los buenos resultados.

A mi padre: Víctor Cortez, que hoy en día es mi ángel de la guarda, por sus enseñanzas, cariño y entera confianza que depositó en mí, por darme lo mejor en cada etapa de mi vida, gozar de mis triunfos y darme su apoyo incondicional para levantarme de las derrotas.

Elisa Liliana Cortez Peñaloza

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	IV
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>V</b>
LISTA DE CUADROS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE TABLAS .....	X
LISTA DE GRAFICOS .....	XI
RESUMEN .....	XII
ABSTRAC.....	XIII
INTRODUCCION .....	XIV
CAPITULO I .....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	1
<b>1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2.1. PROBLEMA CENTRAL</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2.2. PROBLEMA ESPECIFICOS</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA</b> .....	<b>5</b>
CAPITULO II .....	7
MARCO TEORICO .....	7
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.1. INTERNACIONALES</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.2. NACIONALES</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2. BASES TEORICAS</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2.1. EL CONCRETO</b> .....	<b>9</b>

2.2.2.	<b>RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO</b> .....	19
2.2.3.	<b>VIDRIO</b> .....	26
2.3.	<b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	30
<b>CAPITULO III</b> .....		32
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....		32
3.1.	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	32
3.2.	<b>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	32
3.3.	<b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	33
3.4.	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	33
3.5.	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	37
3.5.1.	<b>POBLACIÓN</b> .....	37
3.5.2.	<b>MUESTRA</b> .....	37
3.6.	<b>FORMULACION DE HIPOTESIS</b> .....	38
3.6.1.	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> .....	38
3.6.2.	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b> .....	39
3.7.	<b>IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b> .....	39
3.7.1.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</b> .....	39
3.7.2.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b> .....	39
3.8.	<b>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES:</b> .....	40
3.9.	<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	40
3.10.	<b>METODOLOGIA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL</b> .....	41
3.11.	<b>EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	42
3.11.1.	<b>ETAPA 1: SELECCION DE LOS MATERIALES</b> .....	43
3.11.2.	<b>ETAPA 2: MARCO NORMATIVO DE LOS ENSAYOS</b> .....	43
3.11.3.	<b>ETAPA 3: DISEÑO DE MEZCLAS</b> .....	44
3.11.4.	<b>ETAPA 4: PREPARACION DE PROBETAS DE CONCRETO</b> .....	44
3.11.5.	<b>ETAPA 5: ENSAYO AL CONCRETO ENDURECIDO</b> .....	46
<b>CAPITULO IV</b> .....		47
<b>PRESENTACION DE RESULTADOS</b> .....		47
4.1.	<b>RESULTADOS</b> .....	47
4.1.1.	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO</b> <b>DE <math>f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	48
<b>CAPITULO V</b> .....		55
<b>DISCUSION DE RESULTADOS</b> .....		55

<b>5.1. GENERALIDADES .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2. ANALISIS DE LA VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2.1. INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2.2. VARIACION DEL PORCENTAJE DE ADICION DEL VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION .....</b>	<b>59</b>
<b>5.2.3. COMPARACION DE RESULTADOS DE INFLUENCIA DEL USO DEL VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO .....</b>	<b>67</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

**LISTA DE CUADROS**

Cuadro N° 1. Ensayo a los 3 Días.....	48
Cuadro N° 2. Ensayo a los 7 Días.....	50
Cuadro N° 3. Ensayo a los 14 Días.....	51
Cuadro N° 4. Ensayo a los 28 Días.....	53
Cuadro N° 5. Variación de la Resistencia a la Compresión.....	56
Cuadro N° 6. Resistencia a la Compresión de Acuerdo a la Variación de la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico. ....	59
Cuadro N° 7. Porcentajes de Variación de la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico en Reemplazo de la Piedra Chancada. ....	60

**LISTA DE FIGURAS**

Figura N° 1. Componentes del cemento. ....	11
Figura N° 2. Clinker.....	12
Figura N° 3. Vidrio Triturado .....	30
Figura N° 4. Esquema de Experimento y Variables. ....	34
Figura N° 5. Esquema del Diseño Experimental con Posprueba Únicamente y Grupo de Control.....	35

**LISTA DE TABLAS**

Tabla N° 1. Identificación de los Elementos de los Diseños de Investigación en la Tesis.....	36
Tabla N° 2. Matriz de Operacionalización de las Variables.....	40
Tabla N° 3. Normas de los Ensayos del Concreto en Estado Endurecido.....	44

## LISTA DE GRAFICOS

Grafico N° 1. Ensayo a los 3 Días. ....	49
Grafico N° 2. Ensayo a los 7 Días. ....	51
Grafico N° 3. Ensayo a los 14 Días. ....	52
Grafico N° 4. Ensayo a los 28 Días. ....	54
Grafico N° 5. Variación de la Resistencia a la Compresión por Probeta Preparada..	56
Grafico N° 6. Variación de la Resistencia a la Compresión por Adición del Vidrio Triturado.....	58
Grafico N° 7. Variación del F <sup>3</sup> c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico a los 3 días.....	60
Grafico N° 8. Variación del F <sup>3</sup> c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico a los 7 días.....	62
Grafico N° 9. Variación del F <sup>3</sup> c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico a los 14 días.....	64
Grafico N° 10. Variación del F <sup>3</sup> c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico a los 28 días.....	65
Grafico N° 11. Comparativo del F <sup>3</sup> c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico. ....	67

## RESUMEN

La presente tesis “ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO” tiene como objetivo determinar la influencia del vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo del agregado grueso (piedra chancada) sobre la resistencia a compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Para conocer la influencia del vidrio se realizaron ensayos de probetas de 10 x 20 cm en estado endurecido (resistencia a la compresión).

Primeramente se obtuvo el diseño de mezcla del concreto preestablecido  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , para obtener muestras patrones; elaborándose 04 probetas con diseño convencional sin adición de vidrio triturado y 28 probetas experimentales con diferentes porcentajes de vidrio triturado, reemplazándose la piedra chancada por vidrio triturado tipo sodo cálcico en los siguientes porcentajes en peso (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%) sobre la mezcla del concreto convencional. De todas las variantes se obtuvieron un total de 32 probetas, roturándose a las edades de 3, 7, 14 y 28 días finalmente se concluyó que al adicionar 20% de vidrio triturado a la mezcla se incrementa la resistencia alcanzando a  $197 \text{ kg/cm}^2$ , corroborándose la hipótesis propuesta.

La presente tesis pretende aportar conocimientos relacionados a la utilización del vidrio triturado tipo sodo cálcico como material cementante en el concreto, con el fin de reutilizar el material (vidrio tipo sodo clásico)

**Palabras Clave:** Concreto, Resistencia y Vidrio.

### ABSTRAC

This thesis is a "STUDY OF THE RESISTANCE TO THE COMPRESSION OF A CONCRETE  $f_c = 175 \text{ kg / cm}^2$  REPLACING THE THICK AGGREGATE WITH STRUCTURED SODIUM CALCIUM GLASS TYPE" has as objective to determine the influence of the crushed glass type calcium soda in replacement of the coarse aggregate (crushed stone) on the concrete compressive strength of  $f_c = 175 \text{ kg / cm}^2$ .

In order to know the influence of the glass, tests of 10 x 20 cm specimens were carried out in a hardened state (resistance to compression).

Firstly, the pre-established concrete mix design  $f_c = 175 \text{ kg / cm}^2$  was obtained to obtain standard samples; 04 specimens with conventional design were prepared without the addition of crushed glass and 28 experimental specimens with different percentages of crushed glass, the crushed stone being replaced by crushed glass of soda lime in the following percentages by weight (10%, 20%, 30%, 40% , 50%, 75% and 100%) on the mixture of conventional concrete. Of all the variants, a total of 32 specimens were obtained, breaking at the ages of 3, 7, 14 and 28 days. It was finally concluded that adding 20% of crushed glass to the mixture increases the resistance reaching  $197 \text{ kg / cm}^2$ , The proposed hypothesis is corroborated.

This thesis aims to provide knowledge related to the use of crushed glass type sodium calcium as a cementing material in concrete, in order to reuse the material (sodium calcium type glass)

**Keywords:** Concrete, Resistance and glass.

## INTRODUCCION

La fabricación de vidrio data del tercer milenio antes de Cristo, cuando los artesanos de Babilonia y otros asentamientos culturales mesopotámicos fundían esmaltes separadamente del cuerpo de la cerámica: estaban obteniendo los primeros objetos de vidrio. A su tiempo, las técnicas de fabricación del vidrio (moldeado, núcleo de arena y más tarde el soplado) se expandieron por Egipto, Grecia y el área mediterránea, dando origen más tarde a la importante fabricación de vidrio en Roma.

Fabricar vidrio fue, desde el comienzo, una tarea difícil y los objetos de vidrio eran altamente apreciados en la misma forma que las piedras preciosas. Eran usados para guardar ungüentos y aceites caros, como regalos preciosos y como objetos de ritual. (Velásquez, 2005)

El reciclado del vidrio es una práctica común, en muchos países y en especial en las grandes ciudades, hay organizaciones para recolectar desechos de vidrio y enviarlos a las fábricas de vidrio. A partir de la crisis del petróleo de los años 70 el reciclado del casco de vidrio se hizo más importante a raíz de la escasez de energía. (Rigolleau, 2014)

El vidrio es un material 100% reciclable y su recirculación por las cadenas productivas puede hacerse un número infinito de veces sin que se vean afectadas sus propiedades físico-químicas, lo que lo hace un material ambientalmente amigable. (Ministerio de Ambiente, 2008)

El concreto es un material compuesto de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua y es un material que ha sido utilizado y estudiado por cientos de años en virtud de sus propiedades para ser moldeado en estado fresco y por su resistencia en estado endurecido. Su aparición se dio cuando “los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua dulce o salada”. La versatilidad de aplicación del concreto ha permitido su uso en diferentes tipos de estructuras tales como edificios, calles, avenidas, carreteras, presas y canales, fábricas, talleres y casas permitiendo la creación de obras más cómodas y seguras para los seres humanos. El agua y el cemento insumos de concreto, reaccionan hidráulicamente generando una reacción química que al fraguar permite formar el esqueleto de la mezcla.

Hoy en día es posible usar vidrio en la preparación de concreto. La idea es reutilizar este material y así no abusar de los recursos naturales. Por otra parte, el vidrio se caracteriza por tener una resistencia química máxima, una dilatación térmica mínima y, en consecuencia, una elevada resistencia al choque térmico. Este comportamiento físico y químico óptimo del vidrio hace que sea el material ideal para el uso en el laboratorio, en las grandes plantas industriales, en la industria de la construcción. Por otra parte, es muy adecuado para las aplicaciones industriales en todas las áreas de aplicación, en la cual se requiere una extrema resistencia al calor, resistencia al choque térmico, estabilidad mecánica, así como resistencia química excepcional.

En la preparación de concreto, el vidrio triturado entra en una relación con los hidratos de cemento, mejorando la mezcla, consiguiendo que no se absorba el agua tan

rápidamente como con el cemento regular, aumentando de esta forma la resistencia y consiguiendo un material con las características mejoradas respecto al concreto tradicional.

Por lo tanto con esta investigación se pretende conocer los efectos que produce el vidrio triturado sobre la resistencia a la compresión del concreto endurecido, conociéndose que el concreto es conocido a nivel mundial como un excelente material utilizado en los trabajos de construcción, ya que una de sus características relevantes es la resistencia a la compresión, que lo coloca por encima de los demás elementos constructivos.

La presente tesis de investigación muestra el estudio de la variación de la resistencia a compresión del concreto con dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, ya que la finalidad que busca este trabajo es el de informar y mostrar a las personas que se desenvuelven en el sector de la construcción, que el adicionar diferente dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico influye en la resistencia a la compresión del concreto.

Finalmente en este trabajo se pasará a detallar características del concreto en estado endurecido, realizando comparaciones de concreto convencionales y concretos con vidrio triturado tipo sodo cálcico, usando agregados (arena gruesa y piedra chancada), agua potable y cemento portland Andino Tipo I.

El desarrollo de esta tesis está conformado por seis capítulos:

En el capítulo 1 se enfatiza al planteamiento de la investigación donde se describen el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, limitaciones y viabilidad de la investigación.

En el capítulo 2 se redacta la parte teórica, para un mejor entendimiento acerca del manejo de conceptos y términos esenciales sobre el concreto convencional con vidrio triturado tipo sodo cálcico.

En el capítulo 3 se expone el marco metodológico donde se presenta el tipo, nivel, metodología, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis de datos y desarrollo de la investigación.

En el capítulo 4 se dan a conocer los resultados de resistencia a la compresión de los concretos convencionales con y sin vidrio triturado tipo sodo cálcico en estado endurecido.

En el capítulo 5 se realiza la discusión y análisis de los resultados obtenidos sobre los efectos de la variación en la dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico sobre la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido.

Y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación así mismo se muestran las referencias bibliográficas y anexos respectivamente.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El concreto es el material resultante de unir agregado grueso, agregado fino, cemento portland y agua. Estos materiales forman una mezcla que ha sido utilizada durante años por el hombre con el fin de mejorar las condiciones de las obras civiles. Por lo que se estudia la posibilidad de agregar diferentes sustitutos con el objetivo de disminuir el empleo de materias primas no renovables.

Dentro de esta última aplicación la utilización de materiales alternativos como base para la elaboración de concreto es motivo de estudio de varios organismos y universidades a nivel mundial. La idea es reutilizar material reciclado y así no abusar de los recursos naturales no renovables.

Actualmente la sociedad demuestra un respeto superficial hacia el medio ambiente, el problema de los desperdicios arrojados en zonas que no están contempladas crece al igual que el poblador va llevando una vida bohemia, la

mayoría de nosotros utilizamos espacios no idóneos para verter la basura dentro de lo cual se encuentra el vidrio. El vidrio más común, utilizado para hacer ventanas, lentes, botellas, entre otros, el cual se encuentra en la basura, este problema aqueja a la población debido que a veces utilizamos ríos u orillas como vertederos clandestinos arrojando los desperdicios. Por ello se necesita realizar el reciclaje de vidrio sódico cálcico y emplearlo en otro aspecto dándole un mejor uso y sobre todo obteniendo un beneficio del material.

Por otra parte, el vidrio se caracteriza por tener una resistencia química máxima, una dilatación térmica mínima y, en consecuencia, una elevada resistencia al choque térmico. Este comportamiento físico y químico óptimo del vidrio hace que sea el material ideal para el uso en el laboratorio, en las grandes plantas industriales, en la industria de la construcción. Por otra parte, es muy adecuado para las aplicaciones industriales en todas las áreas en las cuales se requiere una extrema resistencia al calor, resistencia al choque térmico, estabilidad mecánica, así como resistencia química excepcional.

En la preparación de concreto, el vidrio triturado entra en una relación con los hidratos de cemento, mejorando la mezcla, consiguiendo que no se absorba el agua tan rápidamente como con el cemento regular, aumentando de esta forma la resistencia y consiguiendo un material con las características mejoradas respecto al concreto tradicional.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA CENTRAL**

- ¿Cómo influye el uso del vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo del agregado grueso en diferentes proporciones en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECIFICOS**

- a. ¿Cuál es el porcentaje de adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico en la mezcla de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y que afectan su resistencia a la compresión?
- b. ¿Cuál es el resultado de la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el nivel de influencia del vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo del agregado grueso en diferentes proporciones en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Determinar el porcentaje de adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico para obtener un concreto optimo en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

- b. Determinar el resultado de la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A medida que pasa el tiempo ha ido evolucionando la tecnología del concreto, debido a los avances tecnológicos, los cuales requieren concretos especiales como son los concretos de altas resistencia con diversas adiciones, una de ellas es el vidrio tipo sodo cálcico.

En la ciudad de Huancayo no contamos con investigaciones de la influencia que tiene esta adición en este tipo de concreto de  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>, por lo que no conocemos su comportamiento con nuestros agregados, por ende se realizó la siguiente investigación “ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO, HUANCAYO, 2017”

La investigación planteada contribuirá a entender las implicaciones del uso del vidrio triturado tipo sodo cálcico en las mezclas convencionales de concreto. Disminuyendo así, el desconocimiento sobre el uso y/o potencialidades del vidrio triturado tipo sodo cálcico, ya que al ser un producto de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar los efectos producidos en las propiedades del concreto en estado endurecido.

La importancia de este trabajo de investigación es presentar una alternativa de reutilización del vidrio tipo sodo cálcico como agregado del concreto, dicho material es desechado día a día ya sea por defectos en la fabricación de frascos y botellas o por utilización doméstica y desecho del mismo. Cabe señalar que este material no es contaminante al medio ambiente pero su reciclaje ayuda a disminuir el volumen del material que es llevado a los rellenos sanitarios.

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La información recopilada y procesada servirá de sustento para esta y otras investigaciones futuras, ya que enriquecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimiento que existe sobre el tema.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La metodología utilizada para evaluar la variación de la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  en el estado endurecido, como consecuencia de la adición de diferentes proporciones de vidrio triturado tipo sodo cálcico en las mezclas patrones, genera un mayor control o validez interna del experimento. Esta metodología puede adaptarse satisfactoriamente a investigaciones futuras, donde se desea conocer la influencia directa de un componente particular (aditivo, cemento, agregados, agua y adiciones) sobre las propiedades del concreto.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Conociendo la variación de la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  endurecido debido al uso del vidrio triturado tipo sodo

cálcico en reemplazo del agregado grueso. Los ingenieros inmersos en la construcción tomarán mejores decisiones en la aplicación final de este producto.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1.INTERNACIONALES**

a) García Martínez María Laura, Morales Rincón Ana Elisa, sustentó el año 2014 su Tesis: **“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  SUSTITUYENDO 20% DE CEMENTO POR VIDRIO MOLIDO”**, a la Escuela de Ingeniería Civil – Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Urdaneta de la República Bolivariana de Venezuela con la finalidad de optar el Título de Ingeniero Civil. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo 20% del cemento portland por vidrio molido, se determinó la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto convencional y luego se procedió

a comparar las características mecánicas de ambas mezclas. Para el concreto, se utilizó un diseño de mezcla  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  preestablecido por una concretera local; mediante el diseño de mezcla se realizó tanto la mezcla convencional como la mezcla modificada donde se sustituyó el 20% del peso del cemento portland por vidrio molido. El procedimiento se inició elaborando las probetas de concreto convencional para luego elaborar las probetas de concreto modificado. El ensayo realizado fue el de resistencia a la compresión a los 28 días. Al finalizar los ensayos de resistencia se determinó que la sustitución del cemento portland por vidrio molido en una mezcla de concreto no alcanza la resistencia esperada, debido a que altera significativamente la resistencia a la compresión del concreto, disminuyendo esta un 43.5%.

b) Fonseca Cristancho Alexander, Arciniegas López Danny Fernando, sustento el año 2004 su Tesis: “**UTILIZACIÓN DE VIDRIO RECICLADO EN MORTEROS**”, a la Escuela de Ingeniería Civil – Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander – Bucaramanga, con la finalidad de optar el Título de Ingeniero Civil. Este trabajo se resume en lo siguiente: el uso de materiales reciclables en la ingeniería se ha presentado como una alternativa, no solo para contrarrestar el grave problema de la contaminación ambiental, sino también para modificar las propiedades de materiales como el mortero. Teniendo en cuenta la elevada acumulación de residuos de envases de vidrio en nuestro medio, se brinda la posibilidad de darle un nuevo uso como el de reemplazar parte del agregado fino de los morteros por

partículas de vidrio, con el fin de evaluar algunas propiedades físico-mecánicas y su desempeño en ambientes agresivos.

El deterioro en el mortero se debe a acciones físicas, mecánicas o químicas, las cuales están relacionadas con las características del mortero, sus componentes, el proceso de elaboración, fraguado, curado y el medio ambiente a los que será sometido.

El estudio revela que al adicionar partículas de vidrio estabilizado con estireno a las mezclas de mortero, aumenta las propiedades mecánicas del compresión, flexión y tracción y además, las propiedades como la absorción capilar, la resistencia al ataque de sulfatos, la permeabilidad, la porosidad y la difusión al ion cloruro mejoran sustancialmente con respecto al mortero normal, dándoles grandes ventajas a este nuevo material a la hora de utilizarse en la industria de la construcción en especial por su durabilidad y resistencia ante ambientes agresivos.

### **2.1.2. NACIONALES**

a) No se encontraron registros de tesis a nivel nacional relacionados con el tema de investigación propuesto.

## **2.2. BASES TEORICAS**

### **2.2.1. El CONCRETO**

#### **a) Definición**

Según Flavio Abanto Castillo (2000, p. 11), El término de concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas,

especialmente la resistencia, a esta mezcla algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

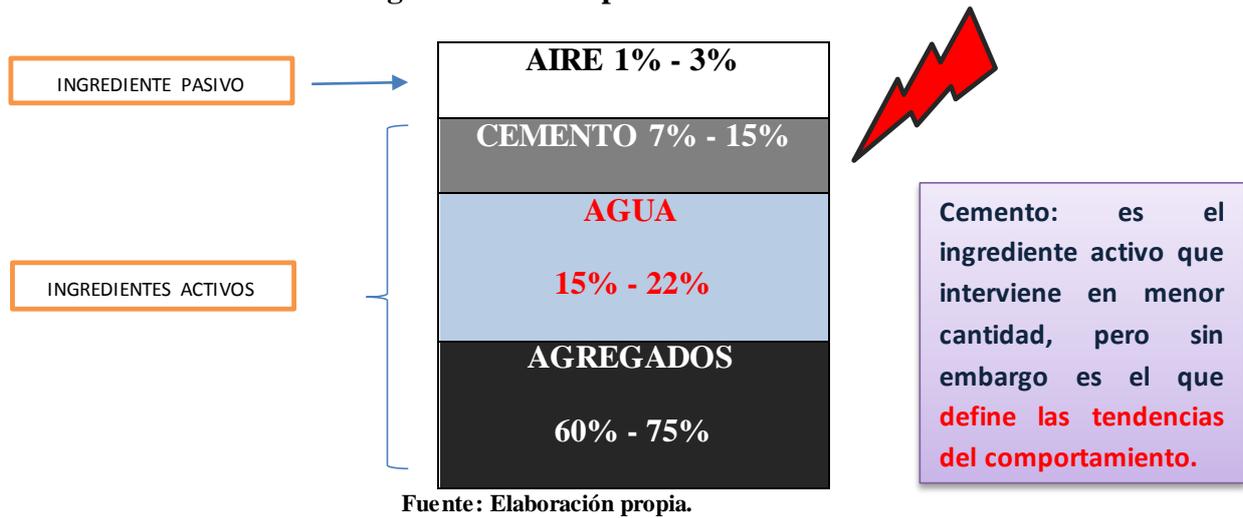
A su vez para el Grupo Cementos de Chihuahua (GCC - 2007), El concreto es una masa constituida por materiales pétreos ligados con productos aglomerantes, este fue utilizado por el hombre desde comienzos de la civilización en la construcción de diversas obras, las cuales destacan por su belleza, magnitud, resistencia y extraordinaria durabilidad.

Siendo hoy en día el concreto el material de construcción que mayor se emplea en nuestro país, se debe no solo dominar su uso y las manifestaciones del producto resultante sino también la de sus componentes y su interrelación ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad.

#### **b) Componentes**

El Grupo GCC (2007), señala que la Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento.

**Figura N° 1. Componentes del cemento.**



**Cemento:** Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados Aglomerados Hidráulicos. Esta denominación comprende aquellos aglomerados que endurecen una vez mezclados con el agua y al mismo tiempo resisten a esta.

Es un polvo finísimo de color gris, la pasta de cemento (mezcla de cemento y agua) es el material activo dentro de la masa del hormigón y como tal es en gran medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del hormigón. Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí. (GRUPO GCC, 2007).

**Figura N° 2. Clinker**



Cemento Portland, es denominado al cemento que sigue el procedimiento antes descrito, y entre todos los distintos tipos de cemento, este es el que se utiliza más ampliamente en la construcción de obras civiles. Además de este existen los cementos Portland con adiciones o especiales, los que a la vez de mantener las características del Portland poseen otras propiedades relacionadas con la durabilidad, resistencia química, etc. (Martínez R. 2009).

**Agregados:** Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partículas que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm. Los agregados son la parte inerte del concreto, sin embargo al constituir entre 65% y 75% aproximadamente del total del concreto, debemos

tener muy clara su importancia, la cual antiguamente y durante muchos años fue poco considerada. (Martínez R. 2009).

Para Martínez R. (2009), “Los agregados que se utilizan en la preparación del concreto se clasifican de la siguiente manera”:

**Por su naturaleza:** Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón (agregado global).

**Por su densidad:** Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

**Por el origen, forma y textura superficial:** Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser:

- Angular: Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Sub angular: Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
- Sub redondeada: Considerable desgaste en caras y bordes.
- Redondeada: Bordes casi eliminados.

**Agua:** Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto. Las impurezas

excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad.

Los carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio tienen diferentes efectos en los tiempos de fraguado de cementos distintos. El carbonato de sodio puede causar fraguados muy rápidos, en tanto que los bicarbonatos pueden acelerar o retardar el fraguado. En concentraciones fuertes estas sales pueden reducir de manera significativa la resistencia del concreto. También se deberá considerar la posibilidad que se presenten reacciones álcali-agregado graves. Cloruros. La inquietud respecto a un elevado contenido de cloruros en el agua de mezclado, se debe principalmente al posible efecto adverso que los iones de cloruro pudieran tener en la corrosión del acero de refuerzo, o de los torones de presfuerzo. Los iones cloruro atacan la capa de óxido protectora formada en el acero por el medio químico altamente alcalino (pH 12.5) presente en el concreto. El nivel de iones cloruro solubles en el agua en el cual la corrosión del acero de refuerzo comienza en el concreto es de aproximadamente 0.15% del peso del cemento. Del contenido total de ión cloruro en el concreto, sólo es soluble en el agua aproximadamente del 50% al 85%: el resto se combina químicamente en reacciones del cemento. (GRUPO GCC, 2007).

**Aditivos:** Según la ASTM. Aditivo es el material, además del cemento, agua y áridos, que se añade al concreto o mortero inmediatamente antes o durante el mezclado.

El objetivo de añadir aditivos es el de modificar, acentuar o conferir alguna propiedad que de por sí la mezcla no posee, y hacerla temporal o permanente durante su estado fresco o endurecido. Se aplica en dosis pequeñísimas y su efecto es de índole físico, químico o físico- químico.

Un aditivo es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto, y se agrega al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, de tal manera que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor.

El primer antecedente de los aditivos químicos modernos se encuentra en el empleo ocasional del sulfonato naftaleno formaldehído, que fue utilizado en 1930 para actuar como dispersante en concretos con adiciones negro de humo, destinados a carriles de pavimentos que por su coloración pudieran llamar la atención de los conductores de vehículos. Si bien en 1932 se registró una patente de los EE.UU. no se aplicó por su elevado costo y exceder los requerimientos de las construcciones de concreto de esa época. (Sika Perú, 2010).

### **c) Propiedades**

#### **Propiedades del concreto fresco:**

**Docilidad:** La resistencia de un concreto de composición fija, colocado en un molde determinado y con los medios disponibles, depende del grado de compactación que tenga y éste, a su vez, es proporcional a la aptitud de ese

concreto para colocarse en ese molde y con esos medios de compactación, es decir, a su "docilidad". La docilidad es la aptitud del concreto fresco a ser colocado en obra con los medios de compactación normales. Está relacionada con su deformabilidad (consistencia), con su homogeneidad, con la trabazón de sus componentes y con la mayor o menor facilidad de la masa para eliminar los huecos (aire ocluido), alcanzando una compacidad máxima. (Universidad de Oviedo, 2012).

**Consistencia:** La consistencia es la menor o mayor facilidad que presenta el concreto fresco a experimentar deformaciones, siendo, por tanto, una propiedad física inherente al propio concreto. Cuando el concreto está endurecido, los áridos que son los componentes más pesados quedan sujetos por la pasta de cemento, pero cuando el concreto está fresco estos componentes se encuentran sueltos y por las acciones del transporte y puesta en obra pueden separarse con facilidad dando lugar a problemas de segregación y de exudación.

La composición de la masa va a tener una gran importancia en la cohesión de los componentes al igual que la va a tener en la oposición que presente para experimentar deformaciones, es decir, de su "consistencia", desde este punto de vista, la forma, granulometría, y tamaño máximo del árido, así como la dosificación de cemento, cantidad de agua de amasado y eventual empleo de aditivos, tienen una influencia muy elevada en estas propiedades.

El concreto además de tener la consistencia adecuada, debe rellenar perfectamente todos los huecos de un molde y adaptarse a las armaduras envolviéndolas para que se tenga una buena adherencia con ellas. Además debe

cerrar bien eliminando los huecos de la masa, salvo los poros que queden por la pérdida del agua en exceso sobre la necesaria para la hidratación del cemento y esto debe conseguirse con el mínimo posible de energía, es decir, empleando concretos dóciles o trabajables. (Universidad de Oviedo, 2012).

**Trabajabilidad:** Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian. (Universidad de Oviedo, 2012).

**Segregación:** Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales). Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración de la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. En los concretos con contenidos de piedra > del 55% en peso con respecto al peso total de agregados. (Universidad de Oviedo, 2012).

**Exudación:** Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. (Universidad de Oviedo, 2012).

### **Propiedades del concreto endurecido:**

**Densidad:** La densidad del concreto se define como el peso por unidad de volumen.

Depende de la densidad real y de la proporción en que participan cada uno de los diferentes materiales constituyentes del concreto. Para los concretos convencionales, formados por materiales granulares provenientes de rocas no mineralizadas de la corteza terrestre su valor oscila entre 2.35 y 2.55 kg/dm<sup>3</sup>.

La densidad normalmente experimenta ligeras variaciones con el tiempo, las que provienen de la evaporación del agua de amasado hacia la atmósfera y que en total puede significar una variación de hasta alrededor de un 7% de su densidad inicial. (Abanto, F. 2007).

**Resistencia:** La resistencia es una de las propiedades más importantes del concreto, ya que se emplea frecuentemente para definir su calidad. El concreto, en su calidad de constituyente de un elemento estructural, queda sometido a las tensiones derivadas de las solicitaciones que actúan sobre éste. Si sobrepasan su

capacidad resistente se producirán fracturas, primero de origen local y posteriormente generalizadas, que podrán afectar la seguridad de la estructura.

Por este motivo, los elementos estructurales deben ser dimensionados de manera que las tensiones producidas no sobrepasen la capacidad resistente del material constituyente, lo cual muestra la importancia de conocer esa característica. (Abanto, F. 2007).

### **2.2.2. RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO**

#### **a) Definición**

La resistencia mecánica del concreto endurecido ha sido tradicionalmente la propiedad más identificada con su comportamiento como material de construcción.

En términos generales, la resistencia mecánica, que potencialmente puede desarrollar el concreto, depende de la resistencia individual de los agregados y de la pasta de cemento endurecida, así como, de la adherencia que se produce en ambos materiales. En la práctica, habría que añadir a estos factores el grado de densificación logrado en la mezcla ya que, como ocurre con otros materiales, la proporción de vacíos en el concreto endurecido tiene un efecto decisivo en su resistencia.

Cuando las partículas de los agregados son duras y resistentes, la resistencia mecánica del concreto tiende a ser gobernada por la resistencia de la pasta de cemento y/o por la adherencia de esta con los agregados. Por lo contrario si los agregados son débiles, la resistencia intrínseca de estos se convierte en una limitación para la obtención de altas resistencias, lo cual no quiere decir que el

concreto no pueda ser más resistente que las partículas individuales de los agregados.

La adquisición de la resistencia mecánica de la pasta de cemento conforme endurece es una consecuencia inmediata del proceso de hidratación de los granos de cemento.

Considerando el trabajo conjunto de los agregados y la pasta de cemento en el concreto endurecido puede suponerse que, si las resistencias individuales de los agregados y de la pasta no son restrictivas, la resistencia última del concreto debe depender sensiblemente de la adherencia entre ambos componentes. Sin embargo ésta es una situación cambiante con la edad, pues aunque tanto la resistencia de la pasta como la adherencia progresan con la hidratación del cemento, su evolución no necesariamente es igual, y así, hay evidencia de que en el concreto a edad temprana la resistencia por adherencia suele ser menor que la resistencia de la pasta, en tanto que a edades avanzadas tiende a ocurrir lo contrario. En los concretos de baja resistencia (menos de 200 kg/cm<sup>2</sup>), a la edad de servicio (más de 28 días) es frecuente que la resistencia propia de la pasta sea el factor predominante, mientras que en los niveles altos (más de 500 kg/cm<sup>2</sup>) tiende a predominar la adherencia pasta / agregado como factor determinante de la resistencia del concreto. En los niveles intermedios que son los más usuales en las estructuras ordinarias, la resistencia del concreto puede ser limitada indistintamente por la resistencia de la pasta, la adherencia pasta /agregado, o una combinación de ambas, dependiendo significativamente de las características de forma, textura superficial y tamaño máximo de los agregados. (CESPEDES, 2003, p.05).

**b) Determinación**

Por más de 70 años en la práctica norteamericana, la prueba lo más extensamente posible usada para el concreto, ha sido la prueba de compresión del cilindro estándar. El método de prueba es relativamente fácil de realizar en términos del muestreo, preparación de especímenes, y determinación de la fuerza. Cuando se realiza correctamente, esta prueba tiene una baja variación de resistencia dentro del laboratorio, y por lo tanto se presta fácilmente para ser utilizada como estándar.

La fuerza compresiva que se obtiene así es modificada por factores especificados y utilizada para verificar las fuerzas nominales de miembros estructurales. Este valor de fuerza es, por lo tanto, un parámetro esencial en códigos de diseño. La prueba se utiliza principalmente como base para el control de calidad para asegurar que los requerimientos del proyecto estén asegurados. No es pensada para determinar la fuerza sobre el terreno del concreto, puesto que no se tienen en cuenta ninguno de los efectos de colocación, compactación, o curado.

Por ejemplo, es inusual para el concreto en una estructura tener las mismas características que un cilindro estándar - curado en la misma edad de ensayo.

Además, desde entonces los cilindros estándar - curado se prueban generalmente a una edad de 28 días, no pueden ser utilizados para determinar si la fuerza adecuada existe en edades tempranas para el retiro seguro del encofrado o de la aplicación de post - tensado.

El concreto en porciones de una estructura, tales como columnas, puede desarrollar la fuerza igual a la fuerza estándar del cilindro de 28 días para el momento en que se sujete a las cargas de cálculo. Sin embargo, el concreto en los miembros más flexibles y más pre-esforzados no desarrolla su fuerza de 28 días, antes que requieran los miembros validar porcentajes grandes de sus cargas de cálculo. Por estas razones, en las pruebas in situ es necesario determinar la resistencia del concreto en las localizaciones críticas en una estructura y ocasionalmente cuando las operaciones son cruciales en la programación de la construcción.

Tradicionalmente, ha sido obtenida una cierta medida de la fuerza del concreto en la estructura usando los cilindros curados in situ. Éstos supuestamente se curan en obra bajo las mismas condiciones que el concreto en la estructura. Sin embargo, la fuerza medida de los cilindros curados in situ es a menudo perceptiblemente diferente de la fuerza sobre el terreno porque es difícil, y a menudo imposible, tener la sangría idéntica, la compactación, y tener las mismas condiciones de curado para el concreto en cilindros que para el concreto en estructuras. Los especímenes curados in situ también se prestan a errores debido a la dirección incorrecta o al almacenaje inadecuado, que puede generar datos errados para las operaciones críticas.

Para resolver horarios rápidos en la construcción, aplicación de post-tensado, fin de curado, y el retiro de encofrados, y permitirle proceder con seguridad a estas operaciones, es necesario el uso de pruebas in situ, confiables para determinar la resistencia del concreto sobre el terreno. La necesidad de tal información de la resistencia es acentuada por varios incidentes de la

construcción que se habrían podido prevenir si se hubiesen realizado las pruebas en el terreno. (CESPEDES, 2003, p.05).

### c) **Ensayo**

El ensayo a la compresión del concreto es un método muy común empleado por los ingenieros y proyectistas porque a través de él pueden verificar si el concreto que están empleando en una obra con una proporción determinada logra alcanzar la resistencia exigida en dicha obra.

El ensayo a la compresión se considera un método destructivo porque es necesaria la rotura de probetas para determinar la resistencia a la compresión de las mismas.

La forma de las probetas para el ensayo a la compresión por lo general es cilíndrica, siendo sus dimensiones posibles las siguientes.

- Probeta Cilíndrica de 15x30
- Probeta Cilíndrica de 10x20
- Probeta Cilíndrica de 25x50

Las unidades de las probetas están dadas en centímetros (cm.)

Para realizar el ensayo a la compresión se requiere como mínimo dos probetas, a partir de las cuales podemos hallar el valor promedio de los resultados obtenidos o descartar el resultado de la probeta que se considere inadecuado debido a diferentes factores que pudiesen afectar su resultado. Se requiere treinta (30) probetas para obtener una curva de desviación estándar de las probetas ensayadas.

Los moldes de las probetas que se emplearan deben ser rígidos y no absorbentes. Se untan con aceite de Carro u otra sustancia que no ataque al cemento y evite la adherencia.

**Como Realizar la Prueba de Resistencia del Concreto:** Los cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de (15x30cm), las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.

Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se cabecean con mortero azufre (ASTM C617) o con almohadillas (ASTM C1231).El cabeceo de azufre se debe aplicar como mínimo dos horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba.

El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los diámetros medidos difieren en más de 2% no se debe someter a prueba el cilindro.

Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más de 0.5% y en los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas.

Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con maquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35MPa/s durante la última

mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.

La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección. ASTM C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos dos cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 0.1 MPa.

El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros o su cabeceo. Si se mide, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.

La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensaye de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.

El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probado a la misma edad deberá ser en promedio de aproximadamente 2 a 3% de la resistencia promedio. Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia 8%, o 9.5% para tres cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar los procedimientos de ensayo en el laboratorio.

Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto actual, (CESPEDES, 2003).

### 2.2.3. VIDRIO

#### a) Definición

Según Gutiérrez (2003) el vidrio “Es otro de los materiales cerámicos usados comúnmente en la construcción, es un material compacto, homogéneo, transparente y muy resistente a la acción de los agentes atmosférico. En general, los vidrios y cristales son mezclas de silicatos de sodio y potasio con pequeñas cantidades de magnesio, aluminio y óxidos de hierro y manganeso”.

#### b) Fabricación del Vidrio

Gutiérrez (2003) señala que la fabricación del vidrio está basada en las propiedades del cuarzo, que mezclado con la potasa y la sosa le da la transparencia, inalterabilidad y resistencia a las temperaturas elevadas.

Con el silicato de potasio y óxido de plomo se obtiene el cristal; con el silicato de sodio y la cal se obtiene el vidrio común y con el silicato de potasio y la cal se obtienen vidrios resistentes a altas temperaturas.

**Materia Prima:** Para la fabricación del vidrio se utiliza arena de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), carbonato sódico ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), como materiales principales, la arena de sílice o arcilla es un material abundante en la corteza terrestre por lo que su obtención no requiere de mayor energía.

**Proceso de Fabricación:** Gutiérrez (2003) explica la fabricación del vidrio por cinco etapas que son la preparación de la mezcla, fusión, extracción de impurezas, elaboración y recocido.

Asimismo hace referencia a los diferentes tipos de procesos de fabricación como lo es el vidrio soplado para el cual se dispone de máquinas especiales en las cuales se coloca la masa fluida en el extremo de un caño y se sopla, luego se procede a colocar la ampolla dentro de un molde para producir la forma deseada.

Por otro lado menciona el vidrio colado, que se obtiene laminando una masa de vidrio en estado pastoso entre un cilindro y una plancha metálica pulida. Por último, hace mención a la fabricación del vidrio hilado el cual se produce haciendo pasar el vidrio fundido a través de unas boquillas muy finas y luego se enrolla en carretes especiales.

### c) Tipos de Vidrio

**Vidrios Sódicos (Silicatos de Sodio y Calcio):** Es el vidrio que se emplea para elaborar vidrios planos, botellas, frascos y otros objetos similares. Tienen casi siempre un ligero color verde debido al hierro de las materias primas. Resisten a la acción disolvente del agua y los ácidos y tienen poco brillo.

**Vidrios Potásicos (Silicato de Potasio y Calcio):** En este caso, se reemplaza en el vidrio anterior, el sodio por el potasio. Son más duros que los anteriores, muy brillantes, resisten mejor las variaciones de temperatura y son muy resistentes a la acción del agua y de los ácidos.

**Vidrios Plúmbicos (Silicato de Potasio y Plomo):** En éste caso se ha reemplazado del anterior el calcio por el plomo. Tienen peso específico elevado

y poseen notable esplendor, son muy transparentes, sonoros y refractan muy bien la luz. Dentro de estos vidrios se encuentra el cristal, el flintglass empleado en óptica y el strass que sirve para elaborar piedras preciosas artificiales.

**Vidrios de Boro-Silicato:** Después de la sílice, su principal componente es el óxido de boro. Es prácticamente inerte, más difícil de fundir y de trabajar. Los átomos de boro se incorporan a la estructura como Si-O-B. Tiene alta resistencia a cambios bruscos de temperatura, pero no tan alta como la del vidrio de sílice puro, pues aun cuando presenta el mismo tipo de vibración, la longitud de los enlaces varía más cuando está presente el boro y el material tiene un coeficiente de dilatación mayor.

**Vidrios de Sílice:** Formado con 96% de sílice es el más duro y el más difícil de trabajar, pues es necesario emplear una costosa técnica al vacío para obtener un producto para usos especiales, que transmite energía radiante del ultravioleta y del infrarrojo con la menor pérdida de energía.

Los vidrios que contienen 96% de sílice tienen gran estabilidad y una temperatura de reblandecimiento tan elevada que soportan temperaturas hasta de 900°C durante largo tiempo. A temperaturas más altas que éstas, puede producirse una desvitrificación y la superficie se ve turbia. Por todas estas propiedades se utilizan en la fabricación de material de laboratorio, que requiere una resistencia excepcional al calor.

#### **d) Reciclaje del Vidrio**

Para Mari, E. (1995) el vidrio tiene su propio ciclo natural. Existen dos ciclos principales: el reuso (retorno y envasado, luego de limpieza bajo rigurosas

condiciones) y el reciclado (para volver a fundir y fabricar los mismos artículos u otros). En ambos ciclos no hay restricciones y la recuperación del material es completa.

Asimismo, el vidrio puede ser reciclado sin ningún límite ni restricción, e idealmente puede ser reciclado en un 100%, los minerales usados como materias primas para su fabricación como arena, piedra caliza, feldespato y otros, se convierten en materiales renovables. Este es un caso único en el campo de los materiales y significa que los desechos y fragmentos de vidrio son materias primas de origen mineral esenciales para la fabricación del vidrio. La mayor parte de estos fragmentos de vidrio provienen de envases, tanto de aquéllos que terminaron su ciclo de reuso como de los descartables. Actualmente millones de toneladas son recicladas mensualmente en todo el mundo y el porcentaje de vidrio reciclado en la carga del horno está usualmente por encima del 50%. Sin embargo, es importante notar que esta práctica fue siempre común y un procedimiento necesario en la fabricación del vidrio, así como de muchos otros materiales.

El vidrio reciclado requiere 26% menos de energía que su fabricación desde cero y reduce en un 20% las emisiones a la atmósfera de la fabricación, contaminando un 40% menos de agua que la fabricación de vidrio a partir de arena, cal y sosa.

#### **e) Vidrio Triturado**

Es un material que deriva de la trituración del vidrio. Para realizar este proceso se utilizan diferentes equipos entre estos están, el molino de bolas o máquina de los ángeles, donde a través del apisonamiento, el vidrio, es triturado

por unas esferas de plomo, teniendo como resultado un grano relativamente pequeño.

Actualmente se hace difícil adquirir esta máquina de molienda, por lo que también es aceptable la molienda del vidrio utilizando un martillo o comba.

**Figura N° 3. Vidrio Triturado**



### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **¿Qué es el concreto?**

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada piedra machacada, pedrejón), creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua. Otros materiales cementosos (cementantes) y adiciones minerales se pueden incluir en la pasta.

En términos simples podemos decir que el concreto es un material de construcción, formado por una mezcla de agua, arena, piedra, cemento y aditivos, que al fraguar, se endurece.

### **¿Qué es la resistencia a la compresión?**

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb/pulg}^2$  o psi) a una edad de 28 días.

Se puede decir que la resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que empleamos nosotros los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras, la resistencia a la compresión lo medimos tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga.

### **¿Qué es el vidrio sodo cálcico?**

Está formado por sílice, sodio y calcio principalmente. La sílice es parte de la materia prima básica, el sodio le da cierta facilidad de fusión y el calcio la provee de estabilidad química. Sin el calcio el vidrio sería soluble hasta en agua y prácticamente no serviría para nada. ¿Te imaginas un vaso que se deshiciera con el agua?

Este tipo de vidrio es el que se funde con mayor facilidad y el más barato. Por eso la mayor parte del vidrio incoloro y transparente tiene esta composición.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Por su finalidad de estudio, el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, el objetivo general y objetivos específicos de la investigación es de tipo: APLICADA, estas investigaciones se desarrollan con la finalidad de resolver problemas de la práctica o de la producción; busca descubrir o validar los métodos, técnicas, instrumentos o materiales que optimicen los procesos, y sus hipótesis se demuestran en términos de eficaz o ineficaz.

#### **3.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

El nivel de la investigación es DESCRIPTIVO – CORRELACIONAL – EXPLICATIVO, pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenomenos que se estudian.

debido a que se manejan variables como: variación en la dosificación y resistencia a la compresión, con la finalidad de analizar la influencia de la adición del vidrio triturado tipo sodo calcico en reemplazo del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto endurecido.

Se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes.

### **3.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

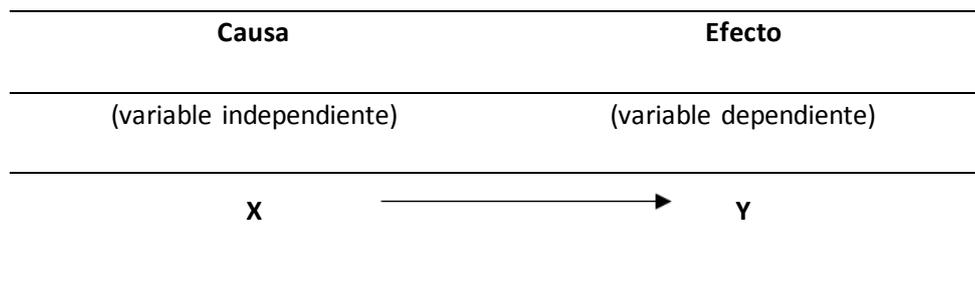
Para el manejo del enfoque de esta investigación se empleó el enfoque cuantitativo dado que se usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

En el presente trabajo de investigación se utilizó como MÉTODO CIENTIFICO: DEDUCTIVO – INDUCTIVO – MEDICION Y EXPERIMENTACION, estos métodos funcionan a partir de principios generales y, con la ayuda de una serie de reglas de inferencia, se demuestran unos teoremas o principios secundarios.

### **3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para visualizar de manera práctica y concreta las respuestas a las preguntas de la investigación, además de cubrir los objetivos fijados se realizó un plan y/o estrategia para obtener la información que se desea, para ello se planteó un diseño experimental – puro.

**Figura N° 4. Esquema de Experimento y Variables.**

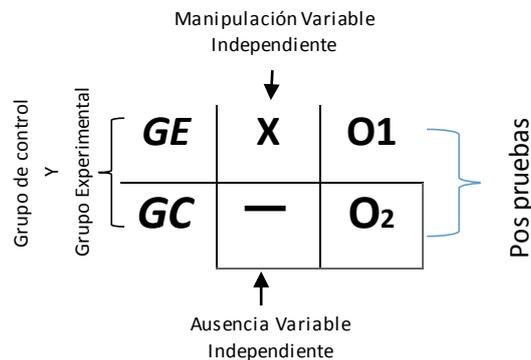


**Fuente: elaboración propia**

El diseño de investigación elegido en la tesis, es el diseño experimental con posprueba únicamente y grupo de control, este diseño incluye dos grupos: uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo de control). Es decir, la manipulación de la variable independiente alcanza solo dos niveles: presencia y ausencia. Cuando concluye la manipulación, a ambos grupos se le administra una medición sobre la variable dependiente de estudio (Hernández Sampieri et al., 2010).. La ejecución de este diseño sigue los siguientes pasos:

- a) Determinación de los grupos de trabajo, de los cuales solo el considerado como grupo experimental recibirá la variable independiente o tratamiento X.
- b) En ambos grupos, luego e mide la variable dependiente seleccionada, para poder hacer las comparaciones necesarias y extraer conclusiones.

**Figura N° 5. Esquema del Diseño Experimental con Posprueba Únicamente y Grupo de Control.**



En este diseño, la única diferencia entre los grupos debe ser la presencia-ausencia de la variable independiente. Inicialmente son equivalentes y para asegurarse de que durante el experimento continúen siéndolo (salvo por la presencia o ausencia de dicha manipulación) el experimentador debe observar que no ocurra algo que solo afecte a un grupo.

El diseño de esta investigación fue tratada de la siguiente manera:

a) En cuanto al grupo de control sin tratamiento, se tubieron las probetas de concreto con diseños de mezclas convencionales sin la adición del vidrio triturado tipo sodo calcico.

b) El control experimental con tratamiento fueron hechas con la variable independiente; esta consistía en adicionar dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico en reemplazo del agregado grueso (piedra chancada) al diseño de mezcla de concreto convencional.

c) El grupo experimental, lo conformaron las mezclas resultantes de agregar el vidrio triturado tipo sodo calcico en reemplazo del agregado grueso (piedra

chancada), es decir las probetas de concreto con dosificaciones de vidrio triturado tipo sodo calcico.

d) La postprueba mostró la medición de la variable dependiente, el cual fue comparar los resultados obtenidos de las resistencia a la compresión de los concretos usados.

**Tabla N° 1. Identificación de los Elementos de los Diseños de Investigación en la Tesis.**

GRUPOS		VARIABLE INDEPENDIENTE		POSPRUEBA	
GE <sub>1</sub>	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas vidrio triturado tipo sodo calcico.	X <sub>1</sub>	Porcentaje de dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico (10 %).	O <sub>1</sub>	Variacion de la resistencia a la compresion del concreto de $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .
GE <sub>2</sub>	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas vidrio triturado tipo sodo calcico.	X <sub>2</sub>	Porcentaje de dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico (20 %).	O <sub>2</sub>	
GE <sub>3</sub>	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas vidrio triturado tipo sodo calcico.	X <sub>3</sub>	Porcentaje de dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico (30 %).	O <sub>3</sub>	
GE <sub>4</sub>	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas vidrio triturado tipo sodo calcico.	X <sub>4</sub>	Porcentaje de dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico (40 %).	O <sub>4</sub>	
GE <sub>5</sub>	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas vidrio triturado tipo sodo calcico.	X <sub>5</sub>	Porcentaje de dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico (50 %).	O <sub>5</sub>	
GE <sub>6</sub>	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas vidrio triturado tipo sodo calcico.	X <sub>6</sub>	Porcentaje de dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico (75 %).	O <sub>6</sub>	
GE <sub>7</sub>	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas vidrio triturado tipo sodo calcico.	X <sub>6</sub>	Porcentaje de dosis de vidrio triturado tipo sodo calcico (100 %).	O <sub>7</sub>	
GC	Preparacion de probetas patrones con diseño de mezcla convencional.	-	Sin adiccion de vidrio triturado tipo sodo calcico.	O <sub>8</sub>	

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Se desea investigar la influencia del vidrio triturado tipo sodo calcico en la resistencia a la compresion del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 3.5.1. POBLACIÓN

La población está constituido por la preparacion del concreto con diferentes diseños de mezclas con vidrio triturado tipo sodo calcico.

Los criterios de inclusión y exclusión para la delimitación poblacional son las siguientes:

- Tipo de adicion: Vidrio triturado tipo sodo calcico.
- Espacial: Se consideran los diseños de mezclas realizados en la ciudad de Huancayo.
- Temporal: Se incluirán únicamente diseños de mezclas realizados en los meses de noviembre a mayo.

#### 3.5.2. MUESTRA

**Marco Muestral:** La muestra está conformada por la preparacion de probetas de concreto con diseños de mezclas convencionales, con las siguientes características de materiales:

- Cemento ..... Andino Tipo I.
- Agregado Fino..... MF= 3.05
- Agregado Grueso ..... TMN= 3/4"
- Agua ..... Red de agua potable.
- Adicion ..... Vidrio triturado tipo sodo calcico".

**Tipo de Muestreo:** No probabilístico e intencional, fue tomado para esta investigación por su rapidez y alcance económico que hizo que las muestras presentadas fueran las más representativas posibles y de uso más frecuente en las construcciones. Además de contar con los conocimientos y criterios suficientes para el estudio más amplio.

**Tamaño de la Muestra:** 32 probetas de (10 x 20cm) de concreto preparados con diseños de mezclas convencionales agrupados de la siguiente forma:

- Grupo de control; al cual pertenecen 4 probetas con diseños de mezcla de concreto convencional sin vidrio triturado tipo sodo calcico.
- Grupo experimental, conformado por 28 probetas con diseños de mezcla de concreto convencional con vidrio triturado tipo sodo calcico, como resultado de mezclar 7 porcentajes de dosis diferentes de vidrio triturado tipo sodo calcico (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100% del peso del agregado grueso “piedra chancada”).

### **3.6. FORMULACION DE HIPOTESIS**

#### **3.6.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- El vidrio triturado tipo sodo cálcico a manera de adiciones y en reemplazo del agregado grueso durante la preparación del concreto influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

### **3.6.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS**

- a. El porcentaje de variación en la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico tiene un efecto optimo en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .
- b. La adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico mejora la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

### **3.7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

#### **3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

Es aquella propiedad, cualidad o característica de una realidad, evento o fenómeno, que tiene la capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables.

Se llama independiente, porque esta variable no depende de otros factores para estar presente en esa realidad en estudio, para la presente investigación, la variable independiente es:

X: Dosificación del vidrio triturado tipo sodo calcico.

#### **3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y)**

Es aquella característica, propiedad o cualidad de una realidad o evento que estamos investigando.

Es el objeto de estudio, sobre la cual se centra la investigación en general.

Asimismo la variable independiente es manipulada por el investigador, porque el investigador puede variar los factores para determinar el comportamiento de la variable dependiente

Y: Resistencia a la compresión del concreto.

### 3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES:

**Tabla N° 2. Matriz de Operacionalización de las Variables.**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico.	Está formado por sílice, sodio y calcio principalmente. La sílice es parte de la materia prima básica, el sodio le da cierta facilidad de fusión y el calcio la provee de estabilidad química. Sin el calcio el vidrio sería soluble hasta en agua y prácticamente no serviría para nada. ¿Te imaginas un vaso que se deshiciera con el agua? Este tipo de vidrio es el que se funde con mayor facilidad y el más barato. Por eso la mayor parte del vidrio incoloro y transparente tiene esta composición.	Se define como la cantidad de vidrio triturado que se adicionara a la elaboración del concreto en el estudio.	Variación porcentual (%)	Porcentaje de Dosificación
Resistencia al esfuerzo a la compresión del concreto elaborado adicionando vidrio triturado tipo sodo cálcico.	La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), megapascuales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb}/\text{pulg}^2$ o psi) a una edad de 28 días.	Se define como esfuerzo máximo que soporta el concreto, elaborado con vidrio triturado tipo sodo cálcico, bajo una carga axial.	Relación carga/área ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).	Resistencia: $f'_c = 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 3.9. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos cuantitativos empleados en la ejecución de nuestro estudio experimental son los siguientes:

- Pruebas estandarizadas. Normas NTP y ASTM, dónde encontramos los procedimientos para realizar los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.
- Instrumentos o aparatos de medición para medir las propiedades del concreto en estado endurecido (prensa de concreto).

### 3.10. METODOLOGIA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental consistió en elaborar 32 probetas de concreto con diseño de mezclas convencionales, las primeras 04 probetas conformaron el grupo de control, éstas se realizaron en base a un diseño de mezcla de concreto convencional de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Las siguientes 28 probetas pertenecieron al grupo experimental, éstas se obtuvieron de la adición de 07 diferentes porcentajes de dosificación de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo del agregado grueso para cada una de los diseño de mezclas de concreto convencional sin variar las medidas del resto de los componentes del concreto.

Los componentes de cada una de las mezclas (agregados, agua y cemento) poseen las mismas propiedades físicas en cada una de las amasadas, de este modo, la variable a tomar en cuenta en la investigación será únicamente la variación del porcentaje de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo del agregado grueso (piedra chancada).

Los porcentajes de dosificaciones del vidrio triturado tipo sodo cálcico utilizadas para elaborar las mezclas son: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100% en reemplazo del peso del agregado grueso (piedra chancada).

El procedimiento experimental se inició con la obtención de un diseño de mezcla de concreto convencional de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Una vez determinada la dosificación de los componentes del concreto se procedió a considerar la sustitución del agregado grueso (piedra chancada) con el vidrio triturado tipo sodo cálcico en los porcentajes establecidos, con la

finalidad de determinar el nivel de influencia en las propiedades del concreto endurecido (resistencia a la compresión) como resultado de la manipulación del agregado grueso por el vidrio triturado tipos sodo calcico.

Cada una de las mezclas de concreto se evaluó en su estado endurecido; para el concreto endurecido se estudiaron la resistencia a la compresión en cilindros (NTP 339.034).

Para la realización de los ensayos del concreto, en estado fresco y endurecido, se empleó una mezcladora, de 80 lts de capacidad y una eficiencia de 40%. La cantidad total de concreto que se elaboró en el laboratorio (tanda de ensayo) fue para 4 cilindros de ensayo considerando un desperdicio de 20%.

La resistencia a la compresión se midió en cilindros de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de altura; todos los especímenes fueron curados según lo establecido en la norma NTP 339.183 hasta el día de su ensayo.

Los ensayos al concreto endurecido se realizaron en el “Laboratorio de tecnología del concreto DOSED PERU S.A.C”.

### **3.11. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La recolección de los datos cumple con la siguiente secuencia de trabajo:

- ETAPA 1: Selección de los materiales.
- ETAPA 2: Marco normativo de los ensayos
- ETAPA 3: Diseño de mezclas de concreto convencional.
- ETAPA 4: Preparación de probetas de concreto.
- ETAPA 5: Ensayo al concreto endurecido.

### 3.11.1. ETAPA 1: SELECCION DE LOS MATERIALES

**Cemento:** El cemento escogido para la elaboración de esta tesis fue el cemento portland Tipo I “Andino”, este tipo ofrece propiedades para usos generales, es el que más se emplea para estructuras cuando no se requieran de propiedades especiales.

**Agregado Fino (Arena Gruesa):** Para la siguiente investigación se utilizó agregado fino (arena gruesa) procedente de la cantera del río Mantaro.

**Agregado Grueso (Piedra Chancada):** El agregado grueso (piedra chancada) empleado en esta investigación es procedente de la cantera de la planta chancadora de Matahuasi.

**Agua:** El agua utilizada para la preparación y curado del concreto, provino de la red de agua potable.

**Vidrio:** Para la investigación se utilizó vidrio triturado tipo sodo cálcico.

### 3.11.2. ETAPA 2: MARCO NORMATIVO DE LOS ENSAYOS

Debido a la naturaleza de esta investigación, los ensayos de laboratorio se rigieron bajo los procedimientos indicados en las normas NTP y ASTM; estos ensayos consistieron en determinar la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto en estado endurecido. En la Tabla N°03, se muestra los grupos de ensayos y las normas utilizadas en la elaboración de las mezclas de concreto en esta investigación.

**Tabla N° 3. Normas de los Ensayos del Concreto en Estado Endurecido.**

Prueba	Norma NTP	Norma ASTM
Práctica normalizada para el curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio.	NTP 339.183:2009	ASTM C-192
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.	NTP 339.034:2008	ASTM C-39

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 3.11.3. ETAPA 3: DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezcla de concreto convencional fue proporcionado por el “Laboratorio de tecnología del concreto DOSED PERU S.A.C”.

### 3.11.4. ETAPA 4: PREPARACION DE PROBETAS DE CONCRETO

La norma NTP 339.183 establece los procedimientos para el mezclado, muestreo y elaboración de especímenes en laboratorio bajo un control riguroso de los materiales y condiciones de ensayo.

**Mezclado del Concreto:** Mezclar el concreto en una mezcladora adecuada o a mano, en tamaños de tandas que permitan un 10% de exceso después del moldeado de los especímenes de prueba. Las mezclas manuales deberán ser limitadas para volúmenes de mezcla de 0.007 m<sup>3</sup> (1/4 pie<sup>3</sup>) de volumen o menos.

**a. Capacidad de la Mezcladora:** Para el muestreo y fabricación de especímenes de ensayo, se empleó una mezcladora basculante, de 80 lts de capacidad y una eficiencia de 40%. Las tandas de ensayos elaboradas en laboratorio fueron de 0.025 m<sup>3</sup>, equivalente a 4 cilindros de ensayo considerando un desperdicio de 20%.

**b. Secuencia y Tiempo de Mezclado:** No existe una norma que defina el procedimiento para cargar la mezcladora; sin embargo, con la finalidad de obtener una muestra homogénea y uniforme de concreto fresco, en la investigación se hizo uso de la secuencia y tiempo de mezclado.

La USBR y ASTM señalan que tiempos de mezclado inferiores al minuto y medio, producen concretos de características variables. Sin embargo, a partir de los dos minutos, no se obtiene un mejoramiento de la mezcla. La resistencia es menos afectada por el tiempo de mezclado, especialmente luego de los dos minutos.

**Muestreo del Concreto:** De la revoltura del concreto se obtiene la fracción representativa para la elaboración de especímenes. Cuando el concreto no esté siendo remezclado o muestreado, cubrirlo para prevenir la evaporación.

En caso de ser necesario se realizara un remezclado a mano utilizando la plancha de albañil, para obtener un concreto homogéneo y uniforme.

**Elaboración de Especímenes (Probetas):** Como ya se indicó, la norma NTP 339.183 contempla el procedimiento para la elaboración de los especímenes (cilindros) de concreto ensayados a compresión.

**Curado de Especímenes:** La norma NTP 339.183 establece las siguientes recomendaciones y procedimientos para el curado de especímenes (probetas) de concreto en el laboratorio:

Después de finalizar el moldeado de los especímenes, éstos deberán cubrirse para evitar la pérdida de humedad.

Las probetas serán desmoldadas después de  $24 \text{ h} \pm 8 \text{ h}$  luego de haber sido vaciadas.

El curado de los especímenes, se realizara a temperatura de  $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  y en una poza que contenga agua potable.

### **3.11.5. ETAPA 5: ENSAYO AL CONCRETO ENDURECIDO**

En la presente etapa se realizara una breve descripción del ensayo de resistencia a la compresión, con la finalidad de obtener datos de las propiedades del concreto en estado endurecido.

**Ensayo de Resistencia a la Compresión:** La norma NTP 339.034 contempla las siguientes recomendaciones y procedimientos para la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas:

- Colocar la probeta sobre el bloque inferior de apoyo y centrar sobre el mismo.
- Aplicar la carga en forma continua y constante evitando choques, la velocidad de carga estará en el rango de  $0.25 \pm 0.05 \text{ MPa/s}$ .
- Aplicar la carga hasta que aparezca la falla de ruptura, registrándola en el informe.

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS**

Los ensayos de resistencia a la compresión fueron realizados tanto con el concreto convencional (Sin Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálxico) y el concreto con la adicción del vidrio triturado tipo sodo cálcico.

Para este ensayo se prepararon probetas de 4" x 8" para ser ensayadas a los 3, 7, 14 y 28 días, ocho probetas para cada edad.

Para el diseño de mezcla de concreto convencional con y sin adicción del vidrio triturado tipo sodo cálcico, se obtuvieron un total de 32 probetas las cuales

fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.

Es necesario recordar que las probetas patrones fueron realizadas con un diseño de mezcla de concreto convencional, del mismo modo, este diseño fue utilizado para las probetas con diferentes dosificaciones del vidrio triturado tipo sodo cálcico, debido a que nuestro trabajo de investigación quiere relacionar la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico (diferentes dosificaciones) sobre la resistencia a la compresión del concreto.

Los resultados obtenidos de los ensayos practicados a las probetas de concreto con y sin adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico, se ensayó en el laboratorio: DOSED PERU S.A.C.

#### 4.1.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO DE $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

**Cuadro N° 1. Ensayo a los 3 Días.**

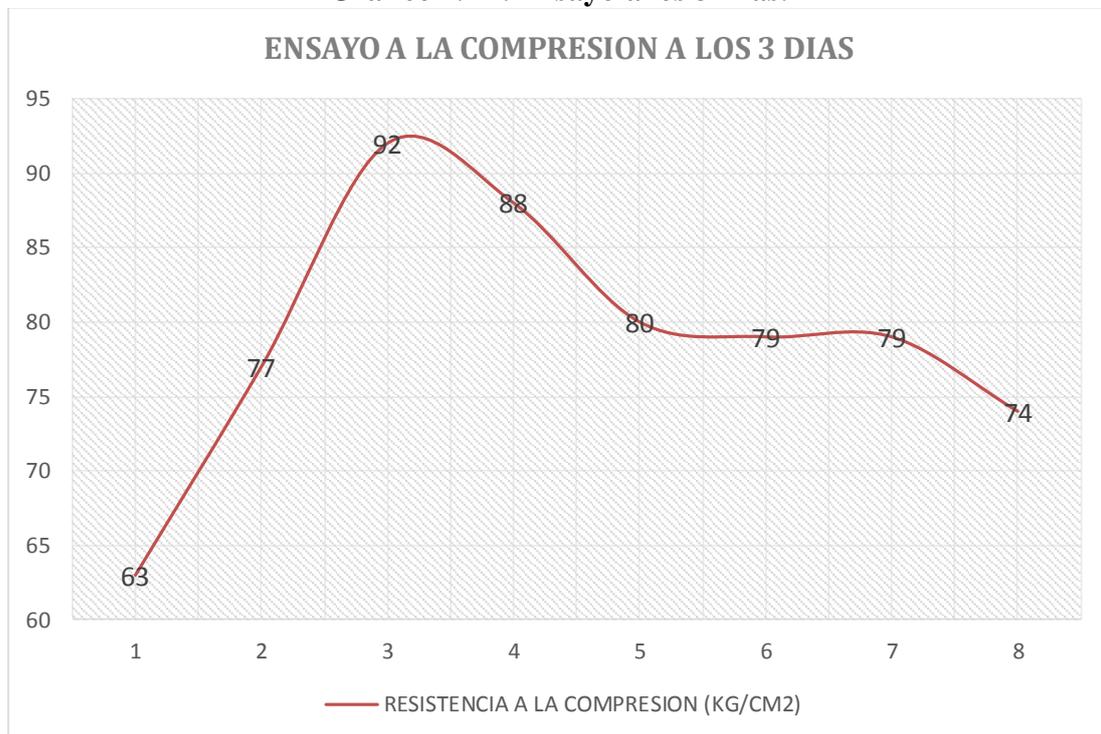
N° DE TESTIGO	FECHA DE		EDAD (DIAS)	DIAM. (cm)	AREA (cm)	F'C OBTENIDO		F'C REQUERIDO		DESCRIPCION
	MOLDEO	ROTURA				Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	
1	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	63	36.00	175	100.00	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
2	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	77	44.00	175	100.00	
3	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	92	52.57	175	100.00	
4	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	88	50.29	175	100.00	
5	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	80	45.71	175	100.00	
6	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	79	45.14	175	100.00	
7	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	79	45.14	175	100.00	
8	01/03/2017	04/03/2017	3	10.16	81.07	74	42.29	175	100.00	

**Fuente: Laboratorio Dosed Perú S.A.C.**

Según el ensayo de resistencia a la comprensión a las probetas de concreto para un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . A los tres días la probeta N°01(sin adición del vidrio triturado) alcanza una resistencia de  $63 \text{ kg/cm}^2$ , que

representa el 36.00% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia en las probetas N°02 y 03 (con adición del vidrio triturado), cuyo resultado es de 77 y 92 kg/cm<sup>2</sup>, que representan el 44.00% y 52.57% de la resistencia requerida respectivamente, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el los resultado de las probeta N°04 (con adición del vidrio triturado), 05, 06, 07 y 08 que alcanzan una resistencia de 88, 80, 79, 79 y 74 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 50.29%, 45.71%, 45.14%, 45.14% y 42.29% de la resistencia requerida respectivamente.

**Gráfico N° 1. Ensayo a los 3 Días.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en el gráfico N° 01, nos muestra que la resistencia del concreto parte de un valor inicial (probeta N°01), para luego ir incrementándose

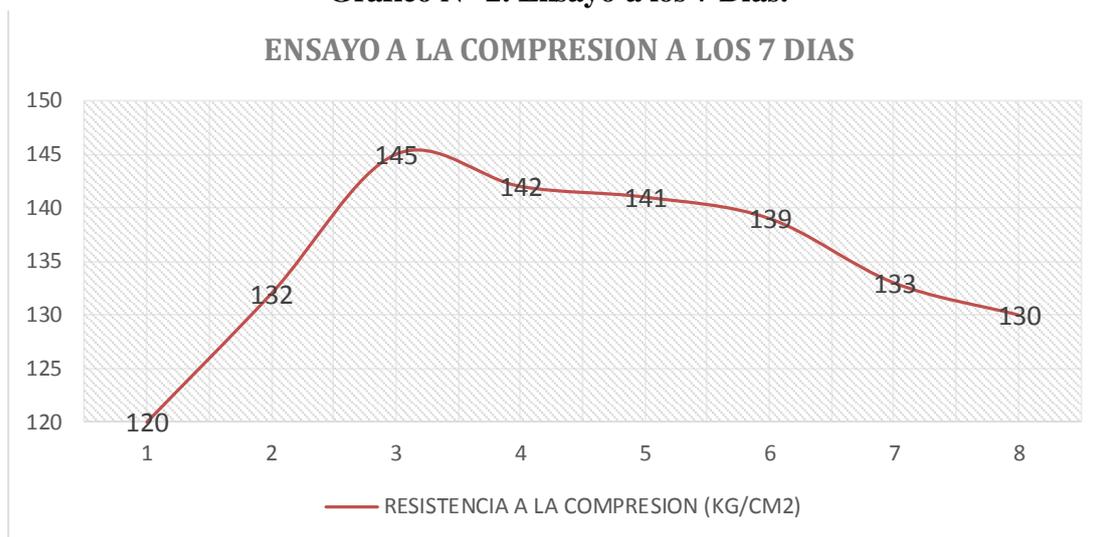
hasta alcanzar un valor máximo (probeta N° 03), y luego decaer como se aprecia el resultado de la probeta N°07.

**Cuadro N° 2. Ensayo a los 7 Días.**

N° DE TESTIGO	FECHA DE		EDAD (DIAS)	DIAM. (cm)	AREA (cm)	F'C OBTENIDO		F'C REQUERIDO		DESCRIPCION
	MOLDEO	ROTURA				kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
1	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	120	68.57	175	100.00	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
2	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	132	75.43	175	100.00	
3	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	145	82.86	175	100.00	
4	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	142	81.14	175	100.00	
5	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	141	80.57	175	100.00	
6	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	139	79.43	175	100.00	
7	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	133	76.00	175	100.00	
8	01/03/2017	08/03/2017	7	10.16	81.07	130	74.29	175	100.00	

**Fuente: Laboratorio Dosed Perú S.A.C.**

Según el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas de concreto para un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . A los siete días la probeta N°01(sin adición del vidrio triturado) alcanza una resistencia de  $120 \text{ kg/cm}^2$ , que representa el 68.57% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa en las probetas N°02 y 03 (con adición del vidrio triturado), cuyo resultado es de 132 y 145  $\text{kg/cm}^2$ , que representan el 75.43% y 82.86% de la resistencia requerida respectivamente, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el los resultado de las probeta N°04 (con adición del vidrio triturado), 05, 06, 07 y 08 que alcanzan una resistencia de 142, 141, 139, 133 y 130  $\text{kg/cm}^2$ , que representa el 81.14%, 80.57%, 79.43%, 76.00% y 74.29% de la resistencia requerida respectivamente.

**Gráfico N° 2. Ensayo a los 7 Días.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en el gráfico N° 02, nos muestra que la resistencia del concreto parte de un valor inicial (probeta N°01), para luego ir incrementándose hasta alcanzar un valor máximo (probeta N° 03), y luego decaer como se aprecia el resultado de la probeta N°08.

**Cuadro N° 3. Ensayo a los 14 Días.**

N° DE TESTIG O	FECHA DE		EDAD (DIAS)	DIAM. (cm)	AREA (cm)	F'C OBTENIDO		F'C REQUERIDO		DESCRIPCIO N
	MOLDEO	ROTURA				kg/cm2	%	kg/cm2	%	
1	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	159	90.63	175	100.00	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
2	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	161	91.77	175	100.00	
3	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	167	95.20	175	100.00	
4	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	161	91.77	175	100.00	
5	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	159	90.63	175	100.00	
6	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	153	87.20	175	100.00	
7	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	150	85.49	175	100.00	
8	01/03/2017	15/03/2017	14	10.16	81.07	148	84.34	175	100.00	

**Fuente: Laboratorio Dosed Perú S.A.C.**

Según el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas de concreto para un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . A los catorce días la probeta N°01(sin

adición del vidrio triturado) alcanza una resistencia de 159 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 90.63% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa en las probetas N°02 y 03 (con adición del vidrio triturado), cuyo resultado es de 161 y 167 kg/cm<sup>2</sup>, que representan el 91.77% y 95.20% de la resistencia requerida respectivamente, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa en los resultado de las probeta N°04 (con adición del vidrio triturado), 05, 06, 07 y 08 que alcanzan una resistencia de 161, 159, 153, 150 y 148 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 91.77%, 90.63%, 87.20%, 85.49% y 84.34% de la resistencia requerida respectivamente.

**Grafico N° 3. Ensayo a los 14 Días.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en el gráfico N° 03, nos muestra que la resistencia del concreto parte de un valor inicial (probeta N°01), para luego ir incrementándose

hasta alcanzar un valor máximo (probeta N° 03), y luego decaer como se aprecia el resultado de la probeta N°08.

**Cuadro N° 4. Ensayo a los 28 Días.**

N° DE TESTIGO	FECHA DE		EDAD (DIAS)	DIAM (cm)	AREA (cm)	F'C OBTENIDO		F'C REQUERIDO		DESCRIPCION
	MOLDEO	ROTURA				kg/cm2	%	kg/cm2	%	
1	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	177	101.14	175	100.00	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
2	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	189	108.00	175	100.00	
3	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	197	112.57	175	100.00	
4	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	181	103.43	175	100.00	
5	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	177	101.14	175	100.00	
6	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	170	97.14	175	100.00	
7	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	165	94.29	175	100.00	
8	01/03/2017	29/03/2017	28	10.16	81.07	162	92.57	175	100.00	

**Fuente: Laboratorio Dosed Perú S.A.C.**

Según el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas de concreto para un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . A los veintiocho días la probeta N°01 (sin adición del vidrio triturado) alcanza una resistencia de  $177 \text{ kg/cm}^2$ , que representa el 101.14% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa en las probetas N°02 y 03 (con adición del vidrio triturado), cuyo resultado es de 189 y 197  $\text{kg/cm}^2$ , que representan el 108.00% y 112.57% de la resistencia requerida respectivamente, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el los resultado de las probeta N°04 (con adición del vidrio triturado), 05, 06, 07 y 08 que alcanzan una resistencia de 181, 177, 170, 165 y 162  $\text{kg/cm}^2$ , que representa el 103.43%, 101.14%, 97.14%, 94.29% y 92.57% de la resistencia requerida respectivamente.

**Grafico N° 4. Ensayo a los 28 Días.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en el gráfico N° 04, nos muestra que la resistencia del concreto parte de un valor inicial (probeta N°01), para luego ir incrementándose hasta alcanzar un valor máximo (probeta N° 03), y luego decaer como se aprecia el resultado de la probeta N°08.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **5.1. GENERALIDADES**

El capítulo de análisis y discusión de los resultados es la parte más importante de la presente investigación, pues debido a éste obtendremos las conclusiones y recomendaciones acerca de la variación de la resistencia a compresión del concreto con dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico.

#### **5.2. ANALISIS DE LA VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO**

##### **5.2.1. INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO**

En el cuadro N°05, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados por las mezclas convencionales respecto a las variaciones de dosis de vidrio triturado tipo sodo cálcico, las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.

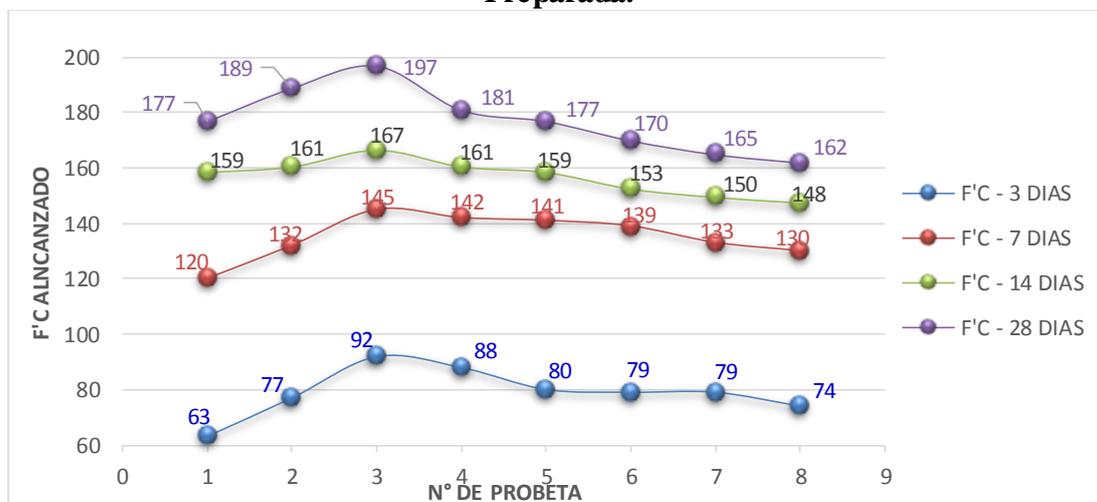
Cuadro N° 5. Variación de la Resistencia a la Compresión.

N° DE TESTIGO	F'C DISEÑO	DOSIFICACION DEL VIDRIO TRITURADO		RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)			
				HUANCAYO			
HYO	kg/cm2	PESO KG	%	03 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
1	175	0.00	0	63	120	159	177
2	175	0.19	10%	77	132	161	189
3	175	0.38	20%	92	145	167	197
4	175	0.57	30%	88	142	161	181
5	175	0.76	40%	80	141	159	177
6	175	0.95	50%	79	139	153	170
7	175	1.42	75%	79	133	150	165
8	175	1.90	100%	74	130	148	162

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar las probetas N°01 (probetas patrón), muestran una resistencia a la compresión inicial las cuales sufren un incremento en su valor (probetas N°02 y 03), para luego decrecer (probetas N°04, 05, 06, 07, y 08), según varía la dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico.

Grafico N° 5. Variación de la Resistencia a la Compresión por Probeta Preparada.

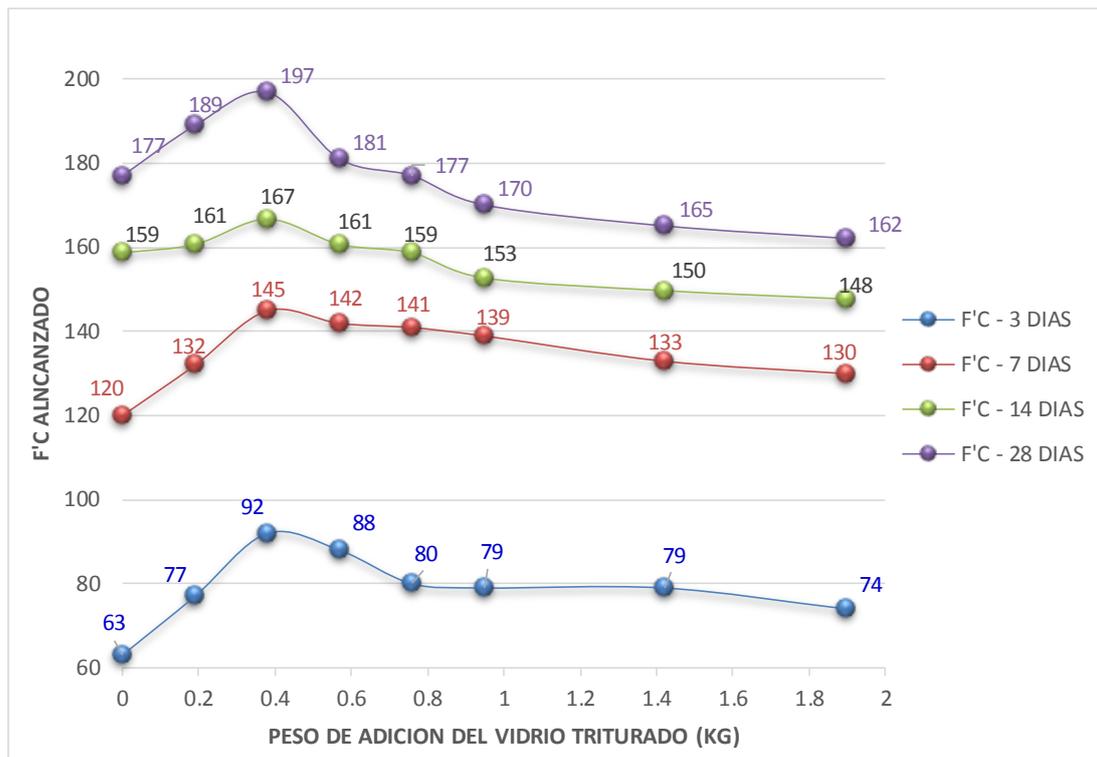


Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico adjunto podemos ver la resistencia a compresión de las probetas elaboradas y curadas en laboratorio bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo, de los 8 tipos de concreto (01 probeta sin vidrio triturado tipo sodo cálcico y 07 probetas con variación de dosificación de vidrio triturado tipo sodo cálcico). Estas probetas fueron ensayadas a los 03, 07, 14 y 28 días de edad, de las resistencias alcanzadas podemos diferenciar que las probetas elaboradas sin vidrio triturado alcanzan su resistencia de diseño ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ), y las probetas que fueron elaboradas variando la dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico sufren un incremento y luego decrecen los valores de la resistencia a la compresión de diseño ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ), este comportamiento se da en la 04 etapas de los ensayos (03, 07, 14 y 28 días de edad).

Del gráfico se aprecia como por ejemplo para la edad de los 28 días se alcanza una resistencia inicial (probetas N°01 – patrón) de  $177 \text{ kg/cm}^2$ , a partir de la probeta N°02 hasta las probetas N°03 la resistencia a la compresión se va incrementando conforme se va variando la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico ( $189$  y  $197 \text{ kg/cm}^2$ ), finalmente a partir de la resistencia máxima alcanzada en la probeta N°03 ( $197 \text{ kg/cm}^2$ ), estas resistencias alcanzadas decrecen como se puede verificar en las resistencias en las probetas N° 04, 05, 06, 07 y 08 ( $181$ ,  $177$ ,  $170$ ,  $165$  y  $162 \text{ kg/cm}^2$ ) conforme se va variando la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico.

**Grafico N° 6. Variación de la Resistencia a la Compresión por Adición del Vidrio Triturado.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En el gráfico adjunto podemos ver la resistencia a compresión de las probetas elaboradas y curadas en laboratorio bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo, de los 8 tipos de concreto (01 probeta sin vidrio triturado tipo sodo cálcico y 07 probetas con variación de dosificación de vidrio triturado tipo sodo cálcico). Estas probetas fueron ensayadas a los 03, 07, 14 y 28 días de edad, de las resistencias alcanzadas podemos apreciar que cuando no se añade el vidrio triturado tipo sodo cálcico se alcanza la resistencia de diseño ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ), cuando se añade el 20% del peso de la piedra chancada a la mezcla de concreto (0.38kg), la resistencia a la compresión alcanza un valor máximo de 197  $\text{kg/cm}^2$  superando la resistencia de diseño ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ), ya para cuando los porcentajes de adición del vidrio triturado superan el 50%

del peso de la piedra chancada, los valores de la resistencia a la compresión del concreto se encuentran por debajo de la resistencia de diseño ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ), como se aprecia al 50% (0.95kg), 75% (1.42kg) y 100% (1.90kg) se obtienen resistencias de 170, 165 y 162  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente.

### 5.2.2. VARIACION DEL PORCENTAJE DE ADICION DEL VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION

**Cuadro N° 6. Resistencia a la Compresión de Acuerdo a la Variación de la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálculo.**

N° DE TESTIGO	F'c DISEÑO	DOSIFICACION DEL VIDRIO TRITURADO		RESISTENCIA OBTENIDA ( $\text{kg/cm}^2$ )							
				HUANCAYO							
HYO	Kg/cm <sup>2</sup>	PESO KG	%	03 DIAS	%	7 DIAS	%	14 DIAS	%	28 DIAS	%
1	175	0.00	0%	63	36.00	120	68.57	159	90.63	177	101.14
2	175	0.19	10%	77	44.00	132	75.43	161	91.77	189	108.00
3	175	0.38	20%	92	52.57	145	82.86	167	95.20	197	112.57
4	175	0.57	30%	88	50.29	142	81.14	161	91.77	181	103.43
5	175	0.76	40%	80	45.71	141	80.57	159	90.63	177	101.14
6	175	0.95	50%	79	45.14	139	79.43	153	87.20	170	97.14
7	175	1.42	75%	79	45.14	133	76.00	150	85.49	165	94.29
8	175	1.90	100%	74	42.29	130	74.29	148	84.34	162	92.57

**Fuente: Elaboración Propia.**

En el cuadro N°06, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados a los 3, 7, 14 y 28 días, por las mezclas convencionales de concreto respecto a las variaciones de dosis del vidrio triturado tipo sodo cálcico con respecto al peso de la piedra chancada (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%), las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.

**Cuadro N° 7. Porcentajes de Variación de la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálxico en Reemplazo de la Piedra Chancada.**

Piedra Chancada - PCH	1.90 kg	Peso de Piedra Chancada - Kg	Peso de Vidrio Triturado - Kg
Vidrio Triturado (10% PCH)	1.90 * 10%	1.710	0.190
Vidrio Triturado (20% PCH)	1.90 * 20%	1.520	0.380
Vidrio Triturado (30% PCH)	1.90 * 30%	1.330	0.570
Vidrio Triturado (40% PCH)	1.90 * 40%	1.140	0.760
Vidrio Triturado (50% PCH)	1.90 * 50%	0.950	0.950
Vidrio Triturado (75% PCH)	1.90 * 75%	0.475	1.425
Vidrio Triturado (100% PCH)	1.90 * 100%	0.000	1.900

**Fuente: Elaboración Propia.**

En el cuadro N°07, se presentan las variaciones de dosis del vidrio triturado tipo sodo cálcico con respecto al peso de la piedra chancada (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%), que representan en peso (0.190kg, 0.380kg, 0.570kg, 0.760kg, 0.950kg, 1.425kg y 1.90kg), respectivamente, las cuales fueran usadas en la preparación de las mezclas de concreto de un diseño convencional de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

**Grafico N° 7. Variación del F'c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálxico a los 3 días.**



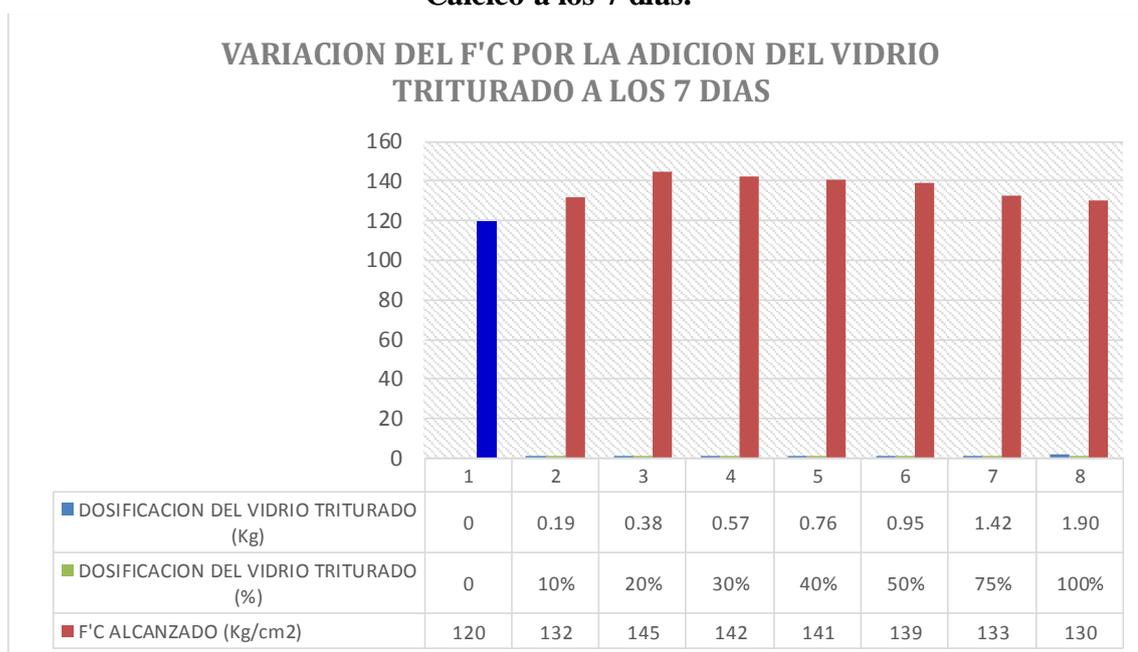
**Fuente: Elaboración Propia.**

En el gráfico N°07 podemos apreciar la variación de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial ( $63 \text{ kg/cm}^2$ ), a partir de la probeta N°02 se adiciona el vidrio triturado tipo sodo cálcico con un porcentaje del 10% en reemplazo del peso de la piedra chancada, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a  $77 \text{ kg/cm}^2$ , luego se alcanza una resistencia máxima de  $92 \text{ kg/cm}^2$  (probeta N°03) con una adición del 20% en reemplazo del peso de la piedra chancada, a partir de la resistencia máxima alcanzada se aprecia una caída progresiva (perdida de resistencia a compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 04 ( $88 \text{ kg/cm}^2$ ) hasta la probeta N° 08 ( $74 \text{ kg/cm}^2$ ) muy a pesar que la dosificación del vidrio triturado sigue en aumento (30%, 40%, 50%, 75% y 100% del peso de la piedra chancada).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico muestra una resistencia a compresión de  $63 \text{ kg/cm}^2$ , la cual se encuentra en el rango de resistencia para la edad respectiva.
- Para las probetas N° 02 – 08, se adicionaron diferentes porcentajes en peso de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, tal como se indica en las siguientes dosificaciones: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%. Sobre el diseño de mezcla de concreto convencional de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

- En las probeta N°02 y 03 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 92 kg/cm<sup>2</sup>, para luego decrecer hasta un valor de resistencia a compresión de 74 kg/cm<sup>2</sup>, (probeta N°08).

**Grafico N° 8. Variación del F'c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálxico a los 7 días.**



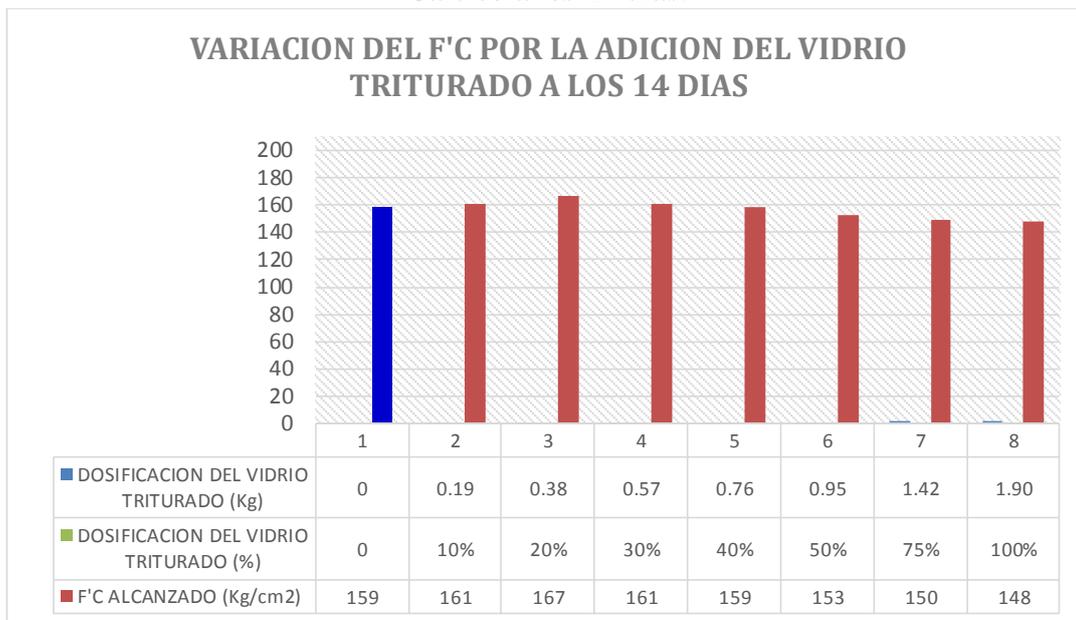
**Fuente: Elaboración Propia.**

En el gráfico N°08 podemos apreciar la variación de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial (120 kg/cm<sup>2</sup>), a partir de la probeta N°02 se adiciona el vidrio triturado tipo sodo cálcico con un porcentaje del 10% en reemplazo del peso de la piedra chancada, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a 132 kg/cm<sup>2</sup>, luego se alcanza una resistencia máxima de 145 kg/cm<sup>2</sup> (probeta N°03) con una adición del 20% en reemplazo del peso de la piedra chancada, a partir de la resistencia máxima

alcanzada se aprecia una caída progresiva (perdida de resistencia a compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 04 (142 kg/cm<sup>2</sup>) hasta la probeta N° 08 (130 kg/cm<sup>2</sup>) muy a pesar que la dosificación del vidrio triturado sigue en aumento (30%, 40%, 50%, 75% y 100% del peso de la piedra chancada).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico muestra una resistencia a compresión de 120 kg/cm<sup>2</sup>, la cual se encuentra en el rango de resistencia para la edad respectiva.
- Para las probetas N° 02 – 08, se adicionaron diferentes porcentajes en peso de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, tal como se indica en las siguientes dosificaciones: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%. Sobre el diseño de mezcla de concreto convencional de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .
- En las probeta N°02 y 03 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 145 kg/cm<sup>2</sup>, para luego decrecer hasta un valor de resistencia a compresión de 130 kg/cm<sup>2</sup>, (probeta N°08).

**Grafico N° 9. Variación del F'c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálculo a los 14 días.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En el gráfico N°09 podemos apreciar la variación de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial (159 kg/cm<sup>2</sup>), a partir de la probeta N°02 se adiciona el vidrio triturado tipo sodo cálcico con un porcentaje del 10% en reemplazo del peso de la piedra chancada, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a 161 kg/cm<sup>2</sup>, luego se alcanza una resistencia máxima de 167 kg/cm<sup>2</sup> (probeta N°03) con una adición del 20% en reemplazo del peso de la piedra chancada, a partir de la resistencia máxima alcanzada se aprecia una caída progresiva (perdida de resistencia a compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 04 (161 kg/cm<sup>2</sup>) hasta la probeta N° 08 (148 kg/cm<sup>2</sup>) muy a pesar que la dosificación del vidrio triturado sigue en aumento (30%, 40%, 50%, 75% y 100% del peso de la piedra chancada).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico muestra una resistencia a compresión de 159 kg/cm<sup>2</sup>, la cual se encuentra en el rango de resistencia para la edad respectiva.
- Para las probetas N° 02 – 08, se adicionaron diferentes porcentajes en peso de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, tal como se indica en las siguientes dosificaciones: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%. Sobre el diseño de mezcla de concreto convencional de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .
- En las probeta N°02 y 03 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 167 kg/cm<sup>2</sup>, para luego decrecer hasta un valor de resistencia a compresión de 148 kg/cm<sup>2</sup>, (probeta N°08).

**Grafico N° 10. Variación del F'c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálcico a los 28 días.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

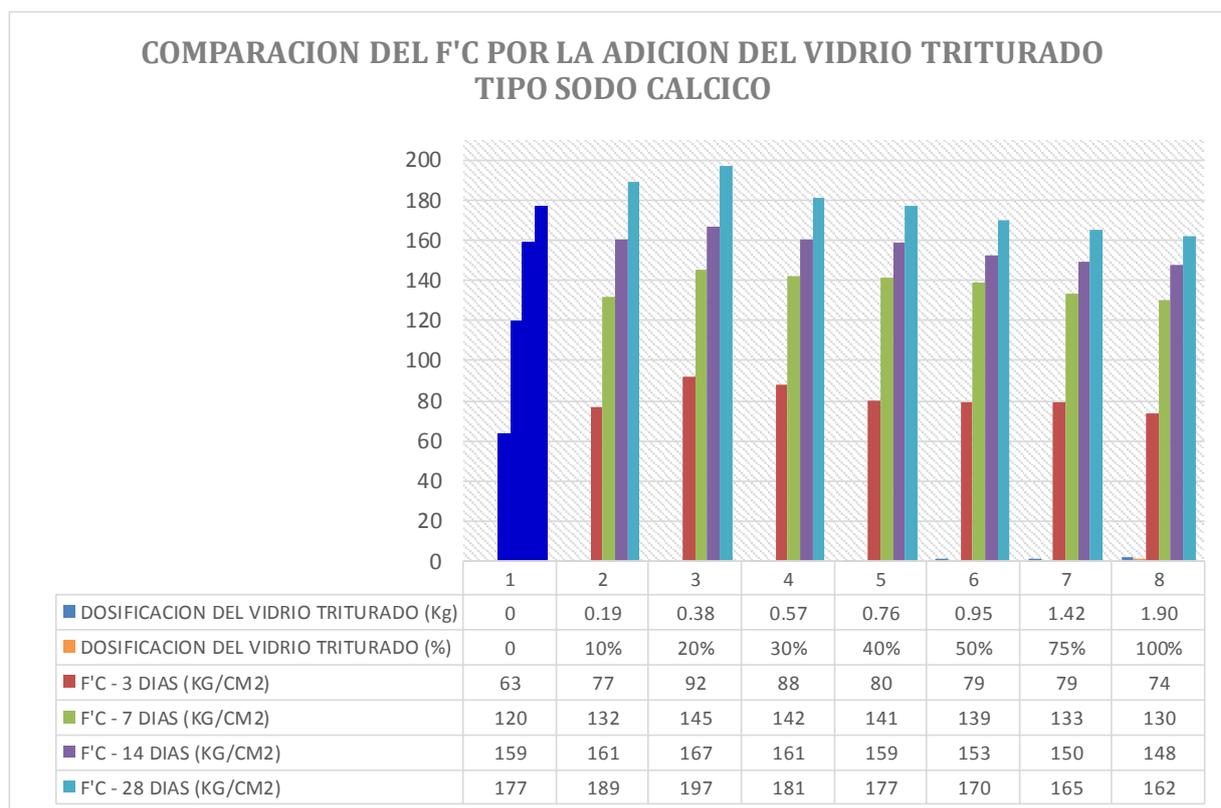
En el gráfico N°10 podemos apreciar la variación de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial ( $177 \text{ kg/cm}^2$ ), a partir de la probeta N°02 se adiciona el vidrio triturado tipo sodo cálcico con un porcentaje del 10% en reemplazo del peso de la piedra chancada, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a  $189 \text{ kg/cm}^2$ , luego se alcanza una resistencia máxima de  $197 \text{ kg/cm}^2$  (probeta N°03) con una adición del 20% en reemplazo del peso de la piedra chancada, a partir de la resistencia máxima alcanzada se aprecia una caída progresiva (perdida de resistencia a compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 04 ( $181 \text{ kg/cm}^2$ ) hasta la probeta N° 08 ( $162 \text{ kg/cm}^2$ ) muy a pesar que la dosificación del vidrio triturado sigue en aumento (30%, 40%, 50%, 75% y 100% del peso de la piedra chancada).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico muestra una resistencia a compresión de  $177 \text{ kg/cm}^2$ , la cual se encuentra en el rango de resistencia para la edad respectiva.
- Para las probetas N° 02 – 08, se adicionaron diferentes porcentajes en peso de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, tal como se indica en las siguientes dosificaciones: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%. Sobre el diseño de mezcla de concreto convencional de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

- En las probeta N°02 y 03 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 197 kg/cm<sup>2</sup>, para luego decrecer hasta un valor de resistencia a compresión de 162 kg/cm<sup>2</sup>, (probeta N°08).

### 5.2.3.COMPARACION DE RESULTADOS DE INFLUENCIA DEL USO DEL VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO

**Grafico N° 11.Comparativo del F'c por la Adición del Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálculo.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

El grafico N°11, podemos darnos cuenta que con la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico se llega a incrementar la resistencia a compresión hasta un máximo valor (20% en reemplazo de la piedra chancada, para luego decaer la resistencia a compresión conforme se sigue

adicionando el vidrio triturado tipo sodo cálcico, adicionalmente se puede notar que hasta un porcentaje del 40% de adición del vidrio triturado en reemplazo de la piedra chancada se logra alcanzar una resistencia por encima de la resistencia de diseño (patrón). Por lo que es importante establecer la dosificación óptima del vidrio triturado tipo sodo cálcico mediante un diseño de mezcla para evitar la pérdida de la resistencia a compresión del concreto.

- De los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 3 días, podemos apreciar que los valores alcanzados por el incremento progresivo (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%) en la dosificación de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, las 07 muestras alcanzan una resistencia superior (77, 92, 88, 80, 79, 79 y 74 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente) a la resistencia de la muestra patrón (63 kg/cm<sup>2</sup>).
- De los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, podemos apreciar que los valores alcanzados por el incremento progresivo (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%) en la dosificación de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, las 07 muestras alcanzan una resistencia superior (132, 145, 142, 141, 139, 133 y 130 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente) a la resistencia de la muestra patrón (120 kg/cm<sup>2</sup>).
- De los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días, podemos apreciar que los valores alcanzados por el incremento progresivo (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%) en la

dosificación de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, las primeras 04 muestras alcanzan una resistencia superior (161, 167, 161 y 159 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente) a la resistencia de la muestra patrón (159 kg/cm<sup>2</sup>), y las 03 últimas muestras alcanzan una resistencia inferior (153, 150, 148 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente) a la resistencia de la muestra patrón (159 kg/cm<sup>2</sup>),

- De los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, podemos apreciar que los valores alcanzados por el incremento progresivo (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%) en la dosificación de vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada, las primeras 04 muestras alcanzan una resistencia superior (189, 197, 181 y 177 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente) a la resistencia de la muestra patrón (177 kg/cm<sup>2</sup>), y las 03 últimas muestras alcanzan una resistencia inferior (170, 165, 1162 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente) a la resistencia de la muestra patrón (177 kg/cm<sup>2</sup>),

## CONCLUSIONES

1. El uso del vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo de la piedra chancada en diferentes proporciones, influye en los resultados alcanzados de resistencia a compresión de una manera creciente y decreciente a los 3, 7, 14 y 28 días de ensayo a la compresión, estos resultados partieron de una resistencia inicial (probeta patrón sin adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico), conforme se adicionaba los diferentes porcentajes vidrio triturado con respecto al peso de la piedra chancada (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%), la resistencia a compresión refleja un crecimiento en su valor hasta llegar a una resistencia a compresión máximo, para luego decrecer conforme se incrementaba la dosificación del vidrio triturado tipo sodo cálcico.
2. Se determinó el porcentaje de dosificación adecuada del vidrio triturado tipo sodo cálcico es al 10% y 20% del peso de la piedra chancada (0.19kg, 0.38kg) sobre la mezcla de concreto convencional.
3. Se determinó que la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico mejora la resistencia a la compresión del concreto, haciendo que este incremente de  $177 \text{ kg/cm}^2$  a  $197 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días de edad.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Realizar un estudio detallado de los materiales a utilizar (cemento, arena gruesa, piedra chancada, agua y vidrio triturado) para la elaboración de concreto, ya que el aseguramiento de la calidad (dosificaciones adecuadas) es un procedimiento importante para el éxito de un concreto de buena calidad.
- 2.** Del estudio experimental con un porcentaje del 10 y 20% de vidrio triturado en peso de la piedra chancada, se puede recomendar su uso para ser utilizado en elementos no estructural (falsos pisos, veredas, etc.).

## BIBLIOGRAFIA

1. Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing, American Society for Testing and Materials ASTM C666/C666M-03 (2003).
2. Normas Técnicas Peruanas (NTP).
3. Costa H., Dante. El Concreto y Su Dosificación. Corporación Universitaria, Colombia, 2010.
4. Enrique Rivva López, “DISEÑO DE MEZCLAS”.2º Edición. Lima – Perú. 2007.
5. Enrique Rivva López, “CONTROL DEL CONCRETO EN OBRA”, Instituto de la Construcción y Gerencia, 1º Edición – 2004.
6. Flavio Abanto Castillo, “TECNOLOGÍA DEL CONCRETO – TEORÍA Y PROBLEMAS”.2º Edición – Editorial San Marcos. Lima – Perú. 2009.
7. Grupo GCC (2007). El concreto convencional. URL [http://www.gcc.com/opencms/opencms/portal/esp/productos\\_servicios/concreto\\_premezclado/](http://www.gcc.com/opencms/opencms/portal/esp/productos_servicios/concreto_premezclado/).
8. Gutiérrez de López, Libia (2003) El concreto y otros materiales para la construcción. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
9. “Hormigón Fresco y Endurecido”.  
<http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/TECNOLOGIA%207.htm>  
<http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/exudacionT7.htm>

10. JIMÉNEZ MONTOYA, Pedro. “Hormigón Armado”. 14a Edición. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 2001.
11. Martínez R. (2009). Calidad de dos bancos de agregados para concreto, en el departamento de Chiquimula”. Tesis para optar el título de Ing. Civil. Guatemala. 5-8.
12. Mari, E. (1995). Ecology: Glassrecycling and environmental pollution. Glassmachineryplants and accessories. Milan, Italia.
13. NTP 339.033 – 1999 Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra, Práctica para, (ASTM C 31/C31M).
14. NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Norma Técnica Peruana.
15. UNIVERSIDAD DE OVIEDO. (2012). “El Hormigón”.URL <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema8.Materiales.Construccion.Hormigon.pdf>.

**ANEXOS**

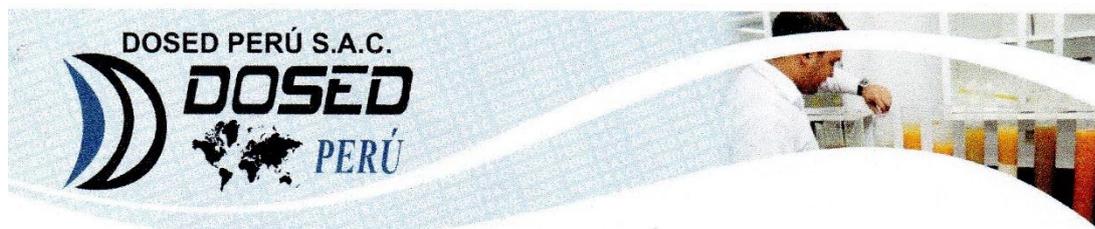
### MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO”

I. PROBLEMA	II. OBJETIVO	III. HIPÓTESIS	IV: VARIABLES	V. METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL.</b></p> <p>¿Cómo influye el uso del vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo del agregado grueso en diferentes proporciones en la resistencia a la compresión del concreto de <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS.</b></p> <p>a. ¿Cuál es el porcentaje de adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico en la mezcla de concreto <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math> y que afectan su resistencia a la compresión?</p> <p>b. ¿Cuál es el resultado de la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico en la resistencia</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL.</b></p> <p>Determinar la influencia del vidrio triturado tipo sodo cálcico en reemplazo del agregado grueso en diferentes proporciones en la resistencia a la compresión del concreto de <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b></p> <p>a. Determinar el porcentaje de adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico para obtener un concreto optimo en la resistencia a la compresión del concreto de <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>.</p> <p>b. Determinar el resultado de la adición del vidrio</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL.</b></p> <p>El vidrio triturado tipo sodo cálcico a manera de adiciones y en reemplazo del agregado grueso durante la preparación del concreto influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>a. El porcentaje de variación en la adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico tiene un efecto optimo en la resistencia a la compresión del concreto de <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>.</p> <p>b. La adición del vidrio triturado tipo sodo cálcico mejora la resistencia</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <p><b>Edades de ruptura</b></p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>3, 7, 14 y 28 Días</p> <p><b>Porcentajes de dosificación</b></p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% Y 100%.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Por su finalidad de estudio, el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, el objetivo general y objetivos específicos de la investigación es de tipo: APLICADA.</p> <p><b>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <p>El nivel de la investigación es DESCRIPTIVO – CORRELACIONAL – EXPLICATIVO.</p> <p><b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <p>En el presente trabajo de investigación se utilizara</p>

<p>a la compresión del concreto <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>?</p>	<p>triturado tipo sodo cálcico en la resistencia a la compresión del concreto de <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>.</p>	<p>a compresión del concreto <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>.</p>	<p>Resistencia a la compresión del concreto. (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</p>	<p>como método CIENTIFICO: DEDUCTIVO – INDUCTIVO – MEDICION – EXPERIMENTACION.</p> <p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <p>El presente Proyecto de Investigación obedece a un Diseño EXPERIMENTAL – PURO.</p>
---	--	--	--	---

## DISEÑO DE MEZCLA F'C = 175 KG/CM2



### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AGREGADOS Y CONCRETO

#### DISEÑO DE MEZCLA F'C = 175 KG/CM2 DE RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS

PETICIONARIO BACH. ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA  
 TESIS ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO  
 FECHA DE RECEPCIÓN lunes, 13 de febrero de 2017  
 FECHA DE EMISIÓN viernes, 24 de febrero de 2017

#### DATOS DE LABORATORIO

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Gravedad Especifica	2.57	2.59
Modulo de Fineza	2.38	
% de Absorción	1.39	1.21
Peso Unitario	1,778	1,731

#### VALORES DE DISEÑO

Tamaño Máximo A/G	3/4"
Asentamiento Slump	2" - 4"
Relación A/C	7.00 gal/bol
Factor Cemento	54.00 / 7.00 = 7.71 bol/m3
Aire Atrapado	0.01
Agregado Grueso	1,731 x 0.70 = 1,211.70 Kg/cm3

#### VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS

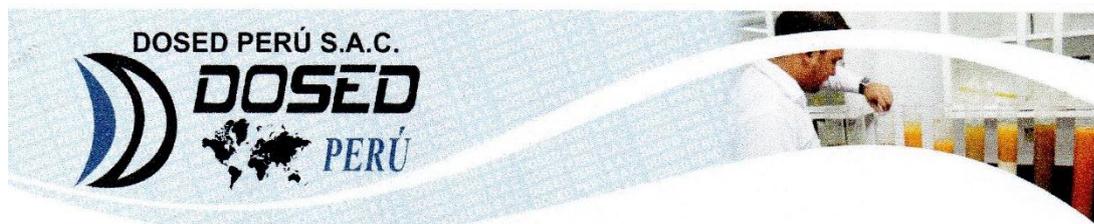
Cemento	7.71 x 42.5 / 3.15 / 1000	0.104
Agua	7.00 x 3.785 / 1000	0.026
Aire Atrapado	0.01	0.010
Agregado Grueso	1,211.7 / 2.59 / 1000	0.468
		<b>0.608</b>
Volumen Agregado Fino	1.00 - 0.608	0.392
		1.00 m3
Peso Agregado Fino Seco Suelto	0.392 x 2.57 x 1000	1,007.44 Kg/m3

#### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3

Cemento	7.71 x 42.5	327.86 Kg
Agua	54.00 x 3.785	204.39 Lts
Agregado Fino		1,007.44 Kg
Agregado Grueso		1,211.70 Kg

*All*  
 Ing. Adolfo E. Campos Cinche  
 GERENTE GENERAL  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
 ESTRUCTURAS SISMICAS SAC

## DISEÑO DE MEZCLA F'C = 175 KG/CM2



### EXPRESION DE LAS PROPORCIONES EN PESO

327.86 / 327.86	1,007.44 / 327.86	1,211.70 / 327.86	204.39 / 327.86
1.00	3.07	3.7	0.62

### CANTIDAD DE MATERIALES POR BOLSA

Cemento		42.50 Kg
Agua	0.62 x 42.5	26.35 Lts
Agregado Fino	3.07 x 42.5	130.48 Kg
Agregado Grueso	3.70 x 42.5	157.25 Kg

### CONVERSION DE P3 A M3

Peso del Agregado Fino	1,778 / 35	50.80 Kg
Peso del Agregado Grueso	1,731 / 35	49.46 Kg

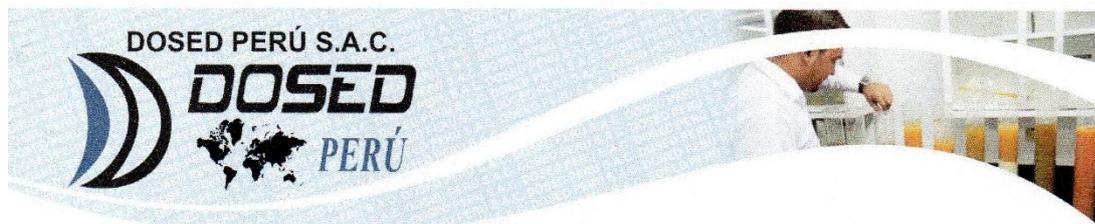
### DOSIFICACION EN VOLUMEN

Cemento	42.50 / 42.50	1.00 p3
Agregado Fino	130.48 / 50.80	2.57 p3
Agregado Grueso	157.25 / 49.46	3.18 p3

Muestra proporcionada por el interesado.

  
 Ing. Adolfo E. Campos Cinche  
 GERENTE GENERAL  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
 ESTRUCTURAS SISMICAS SAC

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO – AGREGADO FINO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
AGREGADOS Y CONCRETO

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

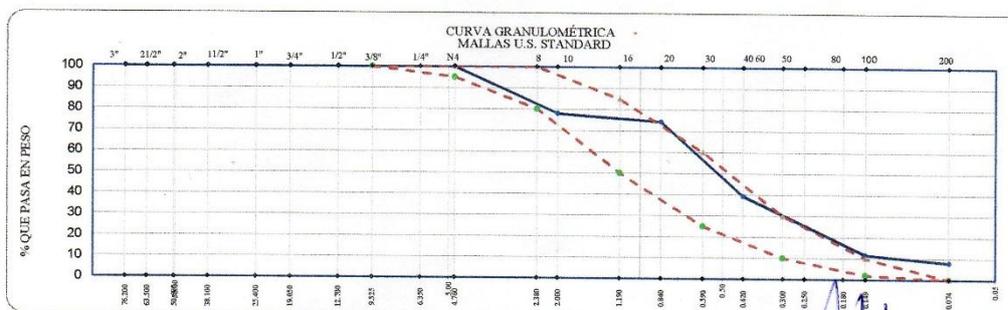
PETICIONARI BACH. ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA

TESIS ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO

F. RECEPCION lunes, 13 de febrero de 2017

F. EMISION viernes, 24 de febrero de 2017

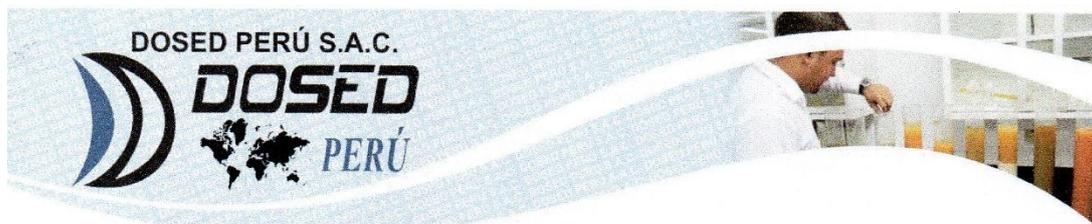
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificacion ITINTEC 400.037			Datos de la Muestra
						Esp max.	% Pasa	Esp. Mim	
3"	76.200								GRAVA  % De Grava: 0.00
2 1/2"	63.500								
2"	50.600		0.0	0.0	100.0				
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0				
1"	25.400		0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0				ARENA P. Inicial (g.): 1500 Frac. de finos (g.): 1270.0 % De Arena 100.00 Tam. Maximo: 3/8 % Pasante # 200 8.00 Mod. De Finezas: 2.38
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0				
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	100	100.0	100	
1/4"	6.350		0.0	0.0	100.0				
4	4.760		0.0	0.0	100.0	95	100.0	100	
8	2.380	230.0	15.3	15.3	84.7	80	84.7	100	
10	2.000	100.0	6.7	22.0	78.0				
16	1.190	55.0	3.7	25.7	74.3	50	74.3	85	
20	0.840	0.0	0.0	25.7	74.3				
30	0.590	105.0	7.0	32.7	67.3	25	67.3	60	
40	0.420	420.0	28.0	60.7	39.3				
50	0.300	230.0	15.3	76.0	24.0	10	24.0	30	
60	0.250	0.0	0.0	76.0	24.0				
80	0.180	0.0	0.0	76.0	24.0				
100	0.149	185.0	12.3	88.3	11.7	2	11.7	10	
200	0.074	55.0	3.7	92.0	8.0				
pasa	<200	120.0	8.0	100.0	0.0	0	0.0	0	



*Ing. Adolfo E. Campos Cinche*  
GERENTE GENERAL  
DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
ESTRUCTURAS SÍSMICAS SAC

Chupaca # 2052 | El Tambo | Huancayo | Perú | Domicilio Fiscal  
Arequipa # 1045 | Chilca | Huancayo | Perú | Oficina de Laboratorio  
51 981783290 | RPM #151690 | acamayo@dozedperu.com  
www.dozedperu.com

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO – AGREGADO GRUESO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
AGREGADOS Y CONCRETO

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

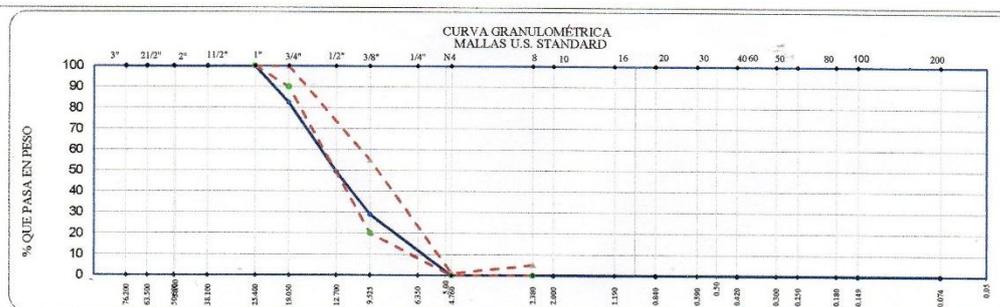
PETICIONARI BACH. ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA

TESIS ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO

F. RECEPCION lunes, 13 de febrero de 2017

F. EMISION viernes, 24 de febrero de 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación ITINTEC 339.088.			Datos de la Muestra	
						Esp max.	% Pasa	Esp. Mím		
3"	76.200				100.0				P. Inicial (g.):	1400
2 1/2"	63.500				100.0				Tam. Maximo:	3/4"
2"	50.600		0.0	0.0	100.0					
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0					
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100.0	100	Fracc. de finos (g.):	0.0
3/4"	19.050	245.0	17.5	17.5	82.5	90	82.5	100	% De Grava:	100.00
1/2"	12.700	465.0	33.2	50.7	49.3				% Pasante # 200	0.00
3/8"	9.525	285.0	20.4	71.1	28.9	20	28.9	55	Mod. De Fineza:	6.89
1/4"	6.350	245.0	17.5	88.6	11.4				Over > 2"	
4	4.760	160.0	11.4	100.0	0.0	0	0.0	1		
8	2.380	0.0	0.0	100.0	0.0	0	0.0	5		
10	2.000	0.0	0.0	100.0	0.0					
16	1.190	0.0	0.0	100.0	0.0					
20	0.840		0.0	100.0	0.0					
30	0.590		0.0	100.0	0.0					
40	0.420		0.0	100.0	0.0					
50	0.300		0.0	100.0	0.0					
60	0.250		0.0	100.0	0.0					
80	0.180		0.0	100.0	0.0					
100	0.149		0.0	100.0	0.0					
200	0.074		0.0	100.0	0.0					
pasa	<200		0.0	100.0	0.0					



*Ali*  
Ing. Adolfo E. Campos Cinche  
GERENTE GENERAL  
DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
ESTRUCTURAS SISMICAS SAC

## DOSIFICACION EN LABORATORIO

### DOSIFICACIONES - COMPONENTES DEL CONCRETO

#### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Cemento	327.86 Kg
Agua	204.39 Lts
Agregado Fino	1,007.44 Kg
Agregado Grueso	1,211.70 Kg

#### MOLDES DE 6"x12" (15x30 cm),

**VOL=0.0053 m3**

Cemento	$327.86 \times 0.0053 = 1.74$ Kg
Agua	$204.39 \times 0.0053 = 1.08$ Lts
Agregado Fino	$1,007.44 \times 0.0053 = 5.34$ Kg
Agregado Grueso	$1211.70 \times 0.0053 = 6.42$ Kg

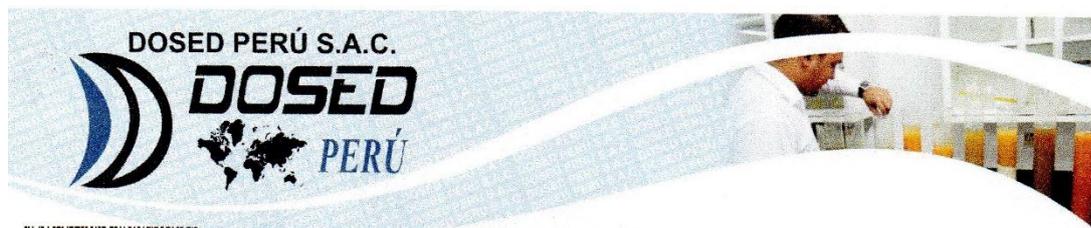
#### MOLDES DE 4"x8" (10x20 cm), VOL=0.001571 m3

Cemento	$327.86 \times 0.001571 = 0.52$ Kg
Agua	$204.39 \times 0.001571 = 0.32$ Lts
Agregado Fino	$1,007.44 \times 0.001571 = 1.58$ Kg
Agregado Grueso	$1211.70 \times 0.001571 = 1.90$ Kg

### DOSIFICACIONES - VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO

Piedra Chancada - PCH	1.90 kg	Peso de Piedra Chancada - Kg	Peso de Vidrio Triturado - Kg
Vidrio Triturado (10% PCH)	$1.90 * 10\%$	1.710	0.190
Vidrio Triturado (20% PCH)	$1.90 * 20\%$	1.520	0.380
Vidrio Triturado (30% PCH)	$1.90 * 30\%$	1.330	0.570
Vidrio Triturado (40% PCH)	$1.90 * 40\%$	1.140	0.760
Vidrio Triturado (50% PCH)	$1.90 * 50\%$	0.950	0.950
Vidrio Triturado (75% PCH)	$1.90 * 75\%$	0.475	1.425
Vidrio Triturado (100% PCH)	$1.90 * 100\%$	0.000	1.900

## RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESION 3 DIAS



### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AGREGADOS Y CONCRETO

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE TESTIGOS DE CONCRETO

**PETICIONARIO** : BACH. ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA  
**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $f_c = 175$  KG/CM<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : sábado, 04 de marzo de 2017  
**FECHA DE EMISIÓN** : sábado, 04 de marzo de 2017

**Código** : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)  
**Título** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

**Código** : ASTM C39 / C39M - 14a  
**Título** : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta patron	01-03-17	04-03-17	3	63
02	Probeta con adiccion de 10% de vidrio triturado	01-03-17	04-03-17	3	77
03	Probeta con adiccion de 20% de vidrio triturado	01-03-17	04-03-17	3	92
04	Probeta con adiccion de 30% de vidrio triturado	01-03-17	04-03-17	3	88
05	Probeta con adiccion de 40% de vidrio triturado	01-03-17	04-03-17	3	80
06	Probeta con adiccion de 50% de vidrio triturado	01-03-17	04-03-17	3	79
07	Probeta con adiccion de 75% de vidrio triturado	01-03-17	04-03-17	3	79
08	Probeta con adiccion de 100% de vidrio triturado	01-03-17	04-03-17	3	74

#### Observaciones:

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

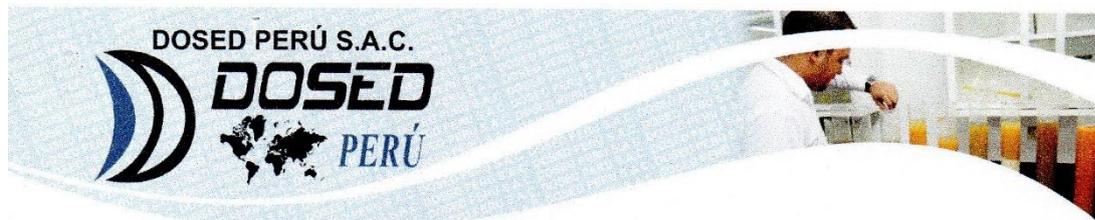
\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

#### Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: PYS, Serie N°91, Capacidad 200000kg, Indicador Digital HIWEIGH, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion N°1034/2014 (septiembre 2014), Celda Patron Calibrado en el Laboratorio de Estructuras Antisismicas de la PUCP. Expediente: INF-LE 251-13

  
**Ing. Adolfo E. Campos Cinche**  
 GERENTE GENERAL  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
 ESTRUCTURAS SISMICAS SAC

## RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESION 7 DIAS



DS004227082015

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AGREGADOS Y CONCRETO

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE TESTIGOS DE CONCRETO

PETICIONARIO BACH, ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA  
 TESIS ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO  
 FECHA DE RECEPCIÓN miércoles, 08 de marzo de 2017  
 FECHA DE EMISIÓN miércoles, 08 de marzo de 2017

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)  
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a  
 Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta patron	01-03-17	08-03-17	7	120
02	Probeta con adiccion de 10% de vidrio triturado	01-03-17	08-03-17	7	132
03	Probeta con adiccion de 20% de vidrio triturado	01-03-17	08-03-17	7	145
04	Probeta con adiccion de 30% de vidrio triturado	01-03-17	08-03-17	7	142
05	Probeta con adiccion de 40% de vidrio triturado	01-03-17	08-03-17	7	141
06	Probeta con adiccion de 50% de vidrio triturado	01-03-17	08-03-17	7	139
07	Probeta con adiccion de 75% de vidrio triturado	01-03-17	08-03-17	7	133
08	Probeta con adiccion de 100% de vidrio triturado	01-03-17	08-03-17	7	130

#### Observaciones:

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

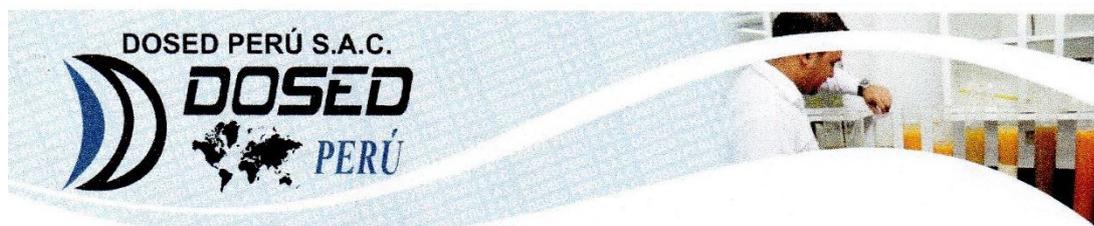
\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

#### Equipo Utilizado

Presna de Concreto: PYS, Serie N°91, Capacidad 200000kg, Indicador Digital HIWEIGH, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion N°1034/2014 (septiembre 2014), Celda Patron Calibrado en el Laboratorio de Estructuras Antisismicas de la PUJCP. Expediente: INF-LE 251-13

  
 Ing. Adolfo E. Campos Cinche  
 GERENTE GENERAL  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
 ESTRUCTURAS SISMICAS SAC

## RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESION 14 DIAS



### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AGREGADOS Y CONCRETO

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE TESTIGOS DE CONCRETO

PETICIONARIO BACH. ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA  
 TESIS ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $f'_c = 175 \text{ KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO  
 FECHA DE RECEPCIÓN miércoles, 15 de marzo de 2017  
 FECHA DE EMISIÓN miércoles, 15 de marzo de 2017

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)  
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a  
 Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta patron	01-03-17	15-03-17	14	159
02	Probeta con adiccion de 10% de vidrio triturado	01-03-17	15-03-17	14	161
03	Probeta con adiccion de 20% de vidrio triturado	01-03-17	15-03-17	14	167
04	Probeta con adiccion de 30% de vidrio triturado	01-03-17	15-03-17	14	161
05	Probeta con adiccion de 40% de vidrio triturado	01-03-17	15-03-17	14	159
06	Probeta con adiccion de 50% de vidrio triturado	01-03-17	15-03-17	14	153
07	Probeta con adiccion de 75% de vidrio triturado	01-03-17	15-03-17	14	150
08	Probeta con adiccion de 100% de vidrio triturado	01-03-17	15-03-17	14	148

#### Observaciones:

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

#### Equipo Utilizado

Presna de Concreto: PYS, Serie N°91, Capacidad 200000kg, Indicador Digital HIWEIGH, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion N°1034/2014 (septiembre 2014), Celda Patron Calibrado en el Laboratorio de Estructuras Antisismicas de la PUCP. Expediente: INF-LE 251-13

  
 Ing. Adolfo E. Campos Cinche  
 GERENTE GENERAL  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
 ESTRUCTURAS SISMICAS SAC

## RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESION 28 DIAS



DS004227082015

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AGREGADOS Y CONCRETO

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE TESTIGOS DE CONCRETO

PETICIONARIO BACH. ELISA LILIANA CORTEZ PEÑALOZA  
 TESIS ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $f_c = 175$  KG/CM<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON VIDRIO TRITURADO TIPO SODO CALCICO  
 FECHA DE RECEPCIÓN miércoles, 29 de marzo de 2017  
 FECHA DE EMISIÓN miércoles, 29 de marzo de 2017

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)  
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a  
 Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta patron	01-03-17	29-03-17	28	177
02	Probeta con adiccion de 10% de vidrio triturado	01-03-17	29-03-17	28	197
03	Probeta con adiccion de 20% de vidrio triturado	01-03-17	29-03-17	28	189
04	Probeta con adiccion de 30% de vidrio triturado	01-03-17	29-03-17	28	181
05	Probeta con adiccion de 40% de vidrio triturado	01-03-17	29-03-17	28	177
06	Probeta con adiccion de 50% de vidrio triturado	01-03-17	29-03-17	28	170
07	Probeta con adiccion de 75% de vidrio triturado	01-03-17	29-03-17	28	165
08	Probeta con adiccion de 100% de vidrio triturado	01-03-17	29-03-17	28	162

#### Observaciones:

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

#### Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: PYS, Serie N°91, Capacidad 200000kg, Indicador Digital HIWEIGH, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion N°1034/2014 (septiembre 2014), Celda Patron Calibrado en el Laboratorio de Estructuras Antisismicas de la PUCP. Expediente: INF-LE 251-13

*Ali*  
 Ing. Adolfo E. Campos Cinche  
 GERENTE GENERAL  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE  
 ESTRUCTURAS SISMICAS SAC

## PANEL FOTOGRAFICO

En la fotografía se aprecia la mezcladora eléctrica (monofásico), y los moldes de (4"x8"), para el preparado del concreto.



pvc



En la fotografía se aprecia a la piedra chancada de 3/4", que será utilizada para preparar el concreto.

En la fotografía se aprecia los demás componentes del concreto (Arena gruesa, cemento).





En la fotografía se aprecia el vidrio triturado tipo sodo cálcico.

En la fotografía se aprecia la dosificación de los componentes para el preparado del concreto.



En la fotografía se aprecia la preparación de las probetas patrones con el diseño de mezcla de un concreto convencional.

En la fotografía se aprecia la preparación de las probetas con adiciones de vidrio triturado tipo sodo cálcico con el diseño de mezcla de un concreto convencional.



En la fotografía se aprecia el llenado de las probetas con adiciones del vidrio triturado tipo sodo cálcico con el diseño de mezcla de un concreto convencional.

En la fotografía se aprecia el culminado de llenado de probetas de concreto.





En la fotografía se aprecia el desmoldado de las probetas preparadas.

En la fotografía se aprecia el curado de las probetas preparadas.



En la fotografía se aprecia a las probetas dentro del laboratorio DOSED PERU SAC. Para su ensayo de rotura a compresión.

En la fotografía se aprecia la toma de las dimensiones a las probetas dentro del laboratorio DOSED PERU SAC. Para su ensayo de rotura a compresión.



En la fotografía se aprecia el ensayo de resistencia a compresión de las probetas dentro del laboratorio DOSED PERU SAC.



En la fotografía se aprecia el resultado del ensayo de resistencia a compresión de las probetas dentro del laboratorio DOSED PERU SAC

