



# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE  
AGUA – CAJAMARCA 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

Iván Rogelio Vargas Sánchez

**Asesor:**

Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero

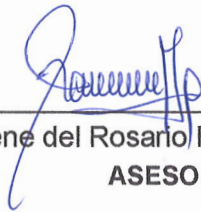
Cajamarca – Perú

2016

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Iván Rogelio Vargas Sánchez**, denominada:

**“RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA – CAJAMARCA 2016”**



---

Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero  
**ASESOR**

---

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga  
**JURADO**  
PRESIDENTE

---

Ing. Alejandro Cubas Becerra  
**JURADO**  
SECRETARIO

---

Ing. Manuel Urteaga Toro  
**JURADO**  
VOCAL

## DEDICATORIA

A mi madre Betty, la razón de mi superación permanente y aliento para seguir adelante, a quien agradeceré toda mi vida por su ejemplo de trabajo, apoyo continuo, abnegado sacrificio, constante fortaleza y continuos consejos brindados durante mi formación profesional; actitudes que siempre recordaré. A mi hermano Moisés y mi hijo Thiago, niños que necesitan un ejemplo a seguir, los amo.

## AGRADECIMIENTO

- A Dios, que me permitió con sus bendiciones poder entregar este proyecto.
- A mis padres Moisés y Betty, por su comprensión, apoyo y fe incondicional a lo largo de toda mi vida.
- A mi asesor de tesis: Ingeniera Irene del Rosario Ravines Azañero, por su valiosa guía y colaboración en el asesoramiento durante la elaboración de este proyecto.
- A mis tíos Julio y Eloy Vargas por su colaboración y apoyo incondicional para la elaboración de este proyecto.
- A mi novia y amigos que estuvieron presentes en cada etapa, apoyándome y dándome la mano para salir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b><u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u></b> .....     | ii        |
| <b><u>DEDICATORIA</u></b> .....                | iii       |
| <b><u>AGRADECIMIENTO</u></b> .....             | iv        |
| <b><u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u></b> .....       | v         |
| <b><u>ÍNDICE DE TABLAS</u></b> .....           | vii       |
| <b><u>ÍNDICE DE FIGURAS</u></b> .....          | viii      |
| <b><u>RESUMEN</u></b> .....                    | ix        |
| <b><u>ABSTRACT</u></b> .....                   | x         |
| <b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....          | <b>11</b> |
| Realidad problemática.....                     | 11        |
| Formulación del problema.....                  | 12        |
| Justificación .....                            | 12        |
| Limitaciones.....                              | 12        |
| Objetivos.....                                 | 13        |
| 1..1. <i>Objetivo general</i> .....            | 13        |
| 1..2. <i>Objetivos específicos</i> .....       | 13        |
| <b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....         | <b>14</b> |
| Antecedentes.....                              | 14        |
| 1. <i>Antecedentes Internacionales:</i> .....  | 14        |
| 2. <i>Antecedentes nacionales:</i> .....       | 14        |
| 3. <i>Antecedentes locales</i> .....           | 14        |
| Bases teóricas.....                            | 15        |
| 1. <i>Marco conceptual</i> .....               | 15        |
| 2. <i>Marco Normativo</i> .....                | 29        |
| 3. <i>Definición de términos básicos</i> ..... | 35        |
| 4. <i>HIPÓTESIS</i> .....                      | 36        |
| <b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA</b> .....           | <b>37</b> |
| 3.1.    Operacionalización de variables .....  | 37        |
| <i>Diseño de investigación</i> .....           | 37        |
| <i>Unidad de estudio</i> .....                 | 37        |
| <i>Población</i> .....                         | 37        |
| <i>Muestra</i> 37                              |           |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.2.      | Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....                       | 38        |
| 3.2.1.    | De recolección de información .....   | 38        |
| 3.2.2.    | De análisis de información .....  | 38        |
| 3.3.      | Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....                           | 39        |
| 3.3.1.    | Método para el diseño de mezclas de concreto .....  | 39        |
| 3.3.2.    | Ensayos de laboratorio .....  | 44        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS .....</b>   | <b>60</b> |
|           | INTRODUCCION.....   | 60        |
|           | MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 60        |
| 4.1.1.    | Cemento .....   | 60        |
| 4.1.2.    | Cantera .....   | 60        |
| 4.1.3.    | Resultados físico químicos del agua (anexo n° 1) .....                                      | 61        |
| 4.1.4.    | Resumen de las características de los agregados (anexo n° 2) .....                          | 62        |
| 4.1.5.    | Resultados de diseños de mezcla realizados (anexo n° 3) .....                               | 64        |
| 4.1.6.    | Resultados de ensayos de compresión a diferentes edades por tipo de agua (anexo n° 4) ..... | 64        |
| <b>5.</b> | <b>DISCUSIÓN .....</b>  | <b>66</b> |
| 5.1.      | Introducción.....   | 66        |
| 5.2.      | De los agregados usados .....   | 66        |
| 5.2.1.    | Agregado fino .....   | 66        |
| 5.2.2.    | Agregado grueso .....   | 66        |
| 5.3.      | Del tipo de agua.....   | 67        |
| 5.3.1.    | Agua usada en las mezclas.....  | 67        |
| 5.4.      | De los ensayos a compresión axial .....   | 70        |
| 5.4.1.    | Agua potable versus agua de canal .....   | 70        |
| 5.4.2.    | Agua potable versus agua de manantial .....   | 71        |
| 5.4.3.    | Agua potable versus agua de río.....  | 71        |
| 5.4.4.    | Mayores resistencias .....  | 72        |
|           | <b>CONCLUSIONES.....</b>  | <b>73</b> |
|           | <b>RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>74</b> |
|           | <b>REFERENCIAS.....</b>   | <b>75</b> |
|           | <b>ANEXOS .....</b>   | <b>78</b> |
|           | Anexo n° 1. Análisis físico químico de aguas .....  | 79        |
|           | Anexo n.° 2. Características mecánicas de los agregados.....                                | 83        |
|           | Anexo n.° 3. Diseño de mezcla .....   | 95        |
|           | Anexo n.° 4. Ensayos a compresión axial.....  | 100       |
|           | Anexo n.° 5. Cuadro de elaboración curado y ruptura de especímenes .....                    | 137       |
|           | Anexo n.° 6. Panel fotográfico.....   | 139       |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| <b>Tabla 01:</b> | Operacionalización de variables.....                        | 37 |
| <b>Tabla 02:</b> | $f'c$ sin registro ACI.....                                 | 40 |
| <b>Tabla 03:</b> | $f'cr$ – grado de control ACI.....                          | 40 |
| <b>Tabla 04:</b> | asentamientos recomendados ACI.....                         | 41 |
| <b>Tabla 05:</b> | volumen de agua en $m^3$ ACI.....                           | 41 |
| <b>Tabla 06:</b> | contenido de aire atrapado ACI.....                         | 42 |
| <b>Tabla 07:</b> | relación $a/c$ por resistencia ACI.....                     | 42 |
| <b>Tabla 08:</b> | peso de agregado grueso ACI.....                            | 43 |
| <b>Tabla 09:</b> | módulo de finesa ACI.....                                   | 43 |
| <b>Tabla10:</b>  | contenido de aire ACI.....                                  | 44 |
| <b>Tabla11:</b>  | ubicación de los puntos de agua tomados.....                | 54 |
| <b>Tabla12:</b>  | ubicación de la cantera Acosta.....                         | 60 |
| <b>Tabla 13:</b> | datos $f/q$ agua de manantial.....                          | 61 |
| <b>Tabla 14:</b> | datos $f/q$ agua de canal.....                              | 62 |
| <b>Tabla 15:</b> | datos $f/q$ agua de río.....                                | 62 |
| <b>Tabla 16:</b> | resumen de las características de los agregados.....        | 62 |
| <b>Tabla 17:</b> | resumen del diseño de mezcla.....                           | 64 |
| <b>Tabla 18:</b> | resumen de ensayo a compresión axial agua potable.....      | 64 |
| <b>Tabla 19:</b> | resumen de ensayo a compresión axial agua de canal.....     | 64 |
| <b>Tabla 20:</b> | resumen de ensayo a compresión axial agua de manantial..... | 65 |
| <b>Tabla 21:</b> | resumen de ensayo a compresión axial agua de río.....       | 65 |
| <b>Tabla 22:</b> | resistencia axial promedio a los 28 días.....               | 65 |
| <b>Tabla 23:</b> | límites permisibles para el agua de mezcla.....             | 67 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Figura 01:</b> | curva granulométrica agregado fino.....                       | 63 |
| <b>Figura 02:</b> | curva granulométrica agregado grueso.....                     | 63 |
| <b>Figura 03:</b> | porcentaje en el tiempo especímenes de agua potable.....      | 67 |
| <b>Figura 04:</b> | porcentaje en el tiempo especímenes de agua de canal.....     | 68 |
| <b>Figura 05:</b> | porcentaje en el tiempo especímenes de agua de manantial..... | 69 |
| <b>Figura 06:</b> | porcentaje en el tiempo especímenes de agua de río.....       | 70 |
| <b>Figura 07:</b> | gráfico agua potable vs agua de canal.....                    | 70 |
| <b>Figura 08:</b> | gráfico agua potable vs agua de manantial.....                | 71 |
| <b>Figura 09:</b> | gráfico agua potable vs agua de río.....                      | 72 |
| <b>Figura 10:</b> | resistencia promedio a los 28 días.....                       | 72 |



## RESUMEN

Este estudio se basa fundamentalmente en la variación de la resistencia del concreto al sustituir uno de sus componentes iniciales de su mezcla original, el propósito es valorar las propiedades mecánicas del concreto con sustitución del agua potable por agua de otras calidades como son: río, canal y manantial. Para el desarrollo del trabajo se prepararon cuatro tipos de mezclas, la primera con agua del canal Huacariz, la segunda con agua del manantial La Doncella, la tercera con agua del río Mashcón y cuarta con agua potable del laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte sede Cajamarca como mezcla patrón, complementados con ensayos físico químicos de las aguas seleccionadas para la sustitución del agua potable en un laboratorio certificado, como parte del diseño de mezclas utilizamos el método del comité 211 del American Concrete Institute (ACI), se evaluaron las propiedades mecánicas de los agregados usados de la cantera Acosta del distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca y finalmente realizamos los ensayos de resistencia a compresión axial de los testigos evaluados a diferentes edades 7, 14, y 28 días. Con los resultados obtenidos encontramos que la resistencia a la compresión axial disminuye con la utilización de agua de canal en 2.38% en comparación con el diseño realizado a los 28 días, caso contrario sucede con la utilización del agua de manantial donde vemos que la resistencia a compresión axial aumenta 34.34% en comparación del diseño patrón a los 28 días; respecto a la utilización de agua de río, cumple con la resistencia de diseño, sobrepasando en 7.70% a los 28 días de curado. Las aguas usadas en la investigación cumplen con los parámetros indicados en La Norma Técnica Peruana (NTP) 339.088 excepto el parámetro en la cantidad de hierro, notando que afecta las propiedades mecánicas de cada probeta, por lo que es indispensable realizar los ensayos físico químico del agua usada en la elaboración de concreto, garantizando de esta manera que se cumpla con la normativa actual vigente (NTP 339.088) evitando posibles fallas en las estructuras.

## ABSTRACT

This study is mainly based on the variation of the resistance of concrete to replace one of its initial components of the original mixture; the purpose is to assess the mechanical properties of concrete with substitution of drinking water by water from other qualities such as: river, canal and spring. Development work four types of mixtures, first with water Huacariz channel, the second with spring water Maiden, the third with water Mashcón River and fourth with potable water concrete laboratory at the University Privada Del prepared North based Cajamarca as mixed pattern, complemented by physical and chemical testing of selected water for replacement of drinking water in a certified laboratory, as part of the mix design used the method committee 211 American Concrete Institute (ACI) were evaluated mechanical properties of the aggregates used in the quarry Acosta district of Baños del Inca, Cajamarca province and finally perform resistance tests to axial compression of witnesses assessed at different ages 7, 14 and 28 days. With the results found that the resistance to axial compression decreases with the use of water channel 2.38% compared to the design made at 28 days, otherwise the case with the use of spring water where we see that the resistance axial compression increases 34.34% compared to design pattern 28 days; regarding the use of river water, it meets the design strength, exceeding 7.70% in 28 days curing. The water used in the research meet the parameters given in the International Standard 339 088 except the parameter in the amount of iron, noting that affects the mechanical properties of each specimen, so it is essential to carry out the physical and chemical testing of water used in the development of concrete, thus ensuring that they comply with the current regulations (NTP 339,088) avoiding possible failures in structures.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### Realidad problemática

En nuestro país es común observar ciertos problemas en las obras por el concreto, bien sea por que no se consigue el cemento, los agregados, o el agua ya no tiene la misma calidad de antes, y por ende la relación química que tiene como objeto el concreto no se realiza con eficiencia (Torres, 2013, p.17).

Rodríguez (2014) nos dice que debido al calentamiento global y deshielo de la cordillera de Los Andes, proveedora de inmensas cantidades de agua, se empieza a considerar en el medio ingenieril una posible alternativa para disminuir el exceso del uso de agua en construcciones. En este sentido, como proyección ambiental a futuro en la ciudad de Trujillo, en esta investigación se buscará analizar y comparar los resultados de la prueba de laboratorio de resistencia a la compresión, de tres muestras de concreto normal hechas con un mismo diseño de mezcla, bajo las variantes del tipo de agua (potable, mar y río) y el tipo de curado (sumergido y en bolsa). Se espera obtener resultados favorables con el uso de las nuevas variantes poco conocidas: Agua de mar, agua de río, curado en bolsa, y que sean aptas para la elaboración de concreto normal, disminuyendo considerablemente el uso de agua potable, así como los costos. (p. 15).

Hoy en día el Perú vive una estabilidad macroeconómica positiva, por efecto de sus sectores pilares y el de mayor auge es el de construcción, que mantendrá una expansión del 15% y la idea es que este ritmo de crecimiento económico continúe en los próximos años (Andina, 2014). Pero la escasez de agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando ya numerosas sociedades de todo el mundo. A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, va en aumento el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua (Decenio del agua, 2014); debido a esta escasez podría disminuir su uso en las mezclas de concreto y morteros, que permite que el

cemento desarrolle su capacidad ligante en las diferentes obras de la ingeniería civil. En la ciudad de Cajamarca ya notamos esa carencia de agua, la empresa prestadora de servicios de agua potable (SEDACAJ) nos viene comunicando la baja de los niveles de agua potable y debido al bajo recurso hídrico es que la población viene usando agua proveniente de otras fuentes aledañas que no son potables (ríos, canales y manantiales) para la construcción de sus edificaciones y obras civiles donde es inaccesible este recurso, debido a éste problema es que urge la necesidad de realizar la presente investigación, ya que se desconoce las propiedades físico químicas del recurso empleado y este a su vez cambia las propiedades del concreto.

### **Formulación del problema**

¿Cómo influye el uso de diferentes tipos de agua en la resistencia a compresión axial de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?

### **Justificación**

Esta investigación teóricamente se justifica porque aportará conocimiento sobre posibles soluciones que se enfoquen a la reducción de la utilización del agua potable en las construcciones que se realizan en la ciudad de Cajamarca.

También se justifica, en la parte práctica, por que realizaremos ensayos de laboratorio físicos, químicos y mecánicos de los agregados y de diferentes aguas de la ciudad de Cajamarca, como son las aguas de los ríos canales y manantiales.

En la justificación académica daremos alcances y posibles soluciones basadas en las conclusiones y recomendaciones para las instituciones públicas y privadas así como nuestra alma mater.

Se justifica además porque es necesario la evaluación de la calidad del agua para utilizarla como material de construcción sin afectar la calidad de la obra a construir y reducir la utilización del agua potable, siendo de mayor beneficio para la toda la ciudad de Cajamarca.

### **Limitaciones**

La presente investigación no presenta limitaciones.

## Objetivos

### 1..1. Objetivo general

Determinar la influencia en la resistencia a compresión axial de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando diferentes tipos de agua - Cajamarca 2016.

### 1..2. Objetivos específicos

1. Determinar las características físicas y químicas del agua de canal, río y manantial en base a muestras y ensayos realizados por un laboratorio certificado.
2. Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados a utilizar en las mezclas de concreto.
3. Realizar el diseño de mezcla por el método del comité 211 del American Concrete Institute (ACI) de la cantera Acosta – Baños del inca.
4. Determinar la resistencia a compresión axial de especímenes de concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , diseñados por el método del comité 211 del American Concrete Institute (ACI), utilizando agua de río, canal y manantial, respecto a una muestra patrón con agua potable.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

#### 1. Antecedentes Internacionales:

Orozco y Palacio (2015) determinan que el agua subterránea influye en la resistencia a la compresión dándonos un rango entre el 11% y el 16% menos en la resistencia aunque pudimos observar al mismo tiempo que la resistencia se mueve en este rango debido al tipo de cemento y al tipo de arena.

#### 2. Antecedentes nacionales:

Díaz, Ríos, Murga y Robles (2014) concluyen que el uso de agua potable mantendrá la resistencia a compresión de los testigos de concreto convencional no estructurado según lo especificado en el diseño de mezcla. El uso de agua de río genera disminución de 10% respecto al agua potable en la resistencia a compresión de los testigos de concreto convencional no estructurado a lo especificado en el diseño de mezcla. El uso de agua de mar genera una disminución de 15% respecto al diseño de mezcla de la resistencia a compresión en los testigos de concreto convencional no estructurado.

#### 3. Antecedentes locales

Tejada (2013) concluye que al disminuir el porcentaje de material muy fino del agregado global en más del 40% cuando éste alcanza aproximadamente un 2.20% de su composición, se obtendrán concretos con valores de resistencia a compresión del concreto mayores al 20%; Así mismo se modificará otras propiedades de concreto como la consistencia, peso unitario, desarrollo de la resistencia a compresión, uniformidad del concreto, módulo de elasticidad; pero a si tendrán un costo superior en 8%.

## Bases teóricas

### 1. Marco conceptual

El concreto es el material de construcción más utilizado, debido a su versatilidad, durabilidad y economía. El concreto se usa en carreteras, calles, estacionamientos, puentes, edificios altos, presas, casas, pisos, paseos, veredas y muchas otras aplicaciones. (Kosmatka, S. 2004)

#### 1.1. Concreto.

El concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento portland hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión. (Polanco, 2010).

#### 1.2. Principales Características del Concreto

Son muchas las características importantes del concreto; algunas de ellas se hacen críticas en determinadas circunstancias. Sin embargo, desde el punto de vista general, son dos las características o propiedades principales de gran importancia. La primera es la relativa a la consistencia o grado de fluidez del material en estado fresco, la cual se conoce como manejabilidad, docilidad, trabajabilidad, asentamiento y otros. En estos conceptos, no todos sinónimos se engloban las características relativas a la mayor o menor facilidad para colocar el concreto. La segunda es el grado de endurecimiento o resistencia que es capaz de adquirir el concreto. La fluidez suele medirse a través de ensayos que evalúan el grado de plasticidad de la mezcla. La resistencia se determinara por medio de ensayos mecánicos de compresión o tracción sobre probetas normalizadas. (Porrero, J. 2009).

#### 1.3. Tipos de Concreto

El concreto es un material con una amplia gama de posibilidades, bien sea por el uso de diferentes componentes o por la distinta proporción de ellos. De esta manera es posible obtener diversas plasticidades, resistencias y apariencias logrando así, satisfacer los

particulares requerimientos de la construcción. Esa versatilidad permite explicar los diferentes usos del material.

Este material se utiliza en abundancia para elementos estructurales de edificaciones tales como: columnas, vigas, losas, cerramientos, muros, pantallas, así como en pavimentos, pistas aéreas, zonas de estacionamiento, represas, acueductos, canales, túneles, taludes, adoquines, tanques, reservorios, barcos, defensas marinas y en otros múltiples usos.

Los agregados utilizados en la mezcla del concreto pueden ser de granos de gran tamaño, como en el caso de represas o estribos de puentes, o de pequeño tamaño, para los morteros. La consistencias del mismo puede ser muy seca, como en el caso de los elementos prefabricados, o puede lograrse muy fluida como se recomienda para elementos de poca sección y mucha armadura. Sus resistencias mecánicas pueden ser de niveles muy variados, de acuerdo con las necesidades. (Porrero, J. 2009).

#### **1.4. Características del Concreto Fresco**

Se utiliza el término de Concreto Fresco para denominar el material cuando permanece en su estado fluido, es decir desde el momento en que todos los componentes son mezclados, hasta que comienza el endurecimiento de la masa.

El concreto fresco, tiene ciertas características que son importantes destacar, tales como:

Imagen n° 1. Concreto fresco.



Fuente propia



#### 1.4.1. Mezclado

Los componentes básicos del concreto son: el agua, cemento y los agregados (finos y gruesos). Son necesarios esfuerzo y cuidado para que se asegure que la combinación de estos elementos sea homogénea. La secuencia de carga de los ingredientes en la mezcladora puede desempeñar un papel importante en la uniformidad del producto acabado. La secuencia, sin embargo, puede variar y aun producir un concreto de buena calidad. Las diferentes secuencias requieren ajustes en el momento de la adición del agua, el número total de revoluciones del tambor de la mezcladora y la velocidad de la revolución.

El volumen del concreto mezclado en relación con el tamaño del tambor de la mezcladora, el tiempo transcurrido entre proporcionamiento, el mezclado, el diseño, configuración y condiciones del tambor y de las paletas de la mezcladora son otros factores importantes en el mezclado. Las mezcladoras aprobadas, correctamente operadas y conservadas garantizan un intercambio de materiales de extremo a extremo a través de la acción del rolado, plegado y mezclado (amasado) del volumen del concreto sobre si mismo mientras que el concreto se mezcla. (Kosmatka, S. 2004)

#### 1.4.2. Reología

De acuerdo con Porrero, J. (2009), bajo este término se agrupan un conjunto de características de la mezcla fresca que hacen posible su manejo y posterior compactación, dentro de este conjunto tenemos:

#### 1.4.3. Fluidez

Describe la capacidad de movilidad que puede tener la mezcla.

#### 1.4.4. Compactibilidad

Al vibrar la mezcla se hace más fluida y puede así distribuirse mas uniformemente, envolviendo bien las armaduras y ocupando todas las sinuosidades del encofrado.

#### 1.4.5. Estabilidad a la segregación

Es la capacidad que tienen los componentes del concreto de separarse, provocando exudación o sangrado cuando es el agua la que se separa de los demás, o segregación cuando son los granos de agregado grueso los que se separan.

#### 1.4.6. Trabajabilidad

Porrero, J. (2009) explica que en una vista general, la trabajabilidad se define como el conjunto de propiedades del concreto que permiten manejarlo sin que se produzca segregación o exudación, colocarlo en los moldes y compactarlo adecuadamente.

Para medir ciertas propiedades, se llevan a cabo varios ensayos entre los cuales está el Cono de Abrams que durante mucho tiempo ha sido de gran ayuda para tomar decisiones correctas.

#### 1.4.7. Cono de Abrams.

El asentamiento medido con el cono de Abrams, según la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.035 - 2009 "Concreto. Método para la medición del asentamiento con el Cono de Abrams" y ASTM C143, es una índice bastante práctico; que aunque no mide todas las propiedades plásticas de la mezcla, ni las valora con el mismo grado de influencia que ellas realmente tienen en el concreto, brinda una información sutil sobre todo el términos comparativos. Se usan también otros métodos de ensayo que, aun siendo de restricciones similares como a las del Cono, valoran el grado de influencia de las propiedades reológicas de otra forma, y resultan más convenientes en algunos casos específicos.

Independiente de estos aspectos, el Cono tiene limitaciones, ya que es útil solamente para concretos con agregados pétreos, tamaños máximos menos a 5 centímetros y con relativa plasticidad, caracterizada por asentamiento entre unos 2 y 17 centímetros.

#### 1.4.8. Retracción.

Es un fenómeno de encogimiento o disminución de volumen que sufre el concreto con el tiempo, debido a la pérdida de parcial de agua en las primeras horas de fraguado y puede llegar a producir grietas importantes en el material.

Este fenómeno se puede producir en dos etapas diferentes de la vida del concreto: una de estas es al momento del fraguado del material debido a la pérdida del agua de la mezcla, y es conocida como "retracción de fraguado". La otra aunque en menor escala pero no menos importantes es cuando el concreto esta endurecido al cabo de semanas o meses y es conocida como "retracción hidráulica" (Porrero, J. 2009)

#### 1.4.9. Mecanismo de Lubricación.

Porrero, J. (2009), explica que es una forma bastante interesante para entender las relaciones cualitativas entre la calidad y proporciones de los componentes, así como algunas de las características más importantes del concreto, es de considerar que este está formado por un conjunto de materiales en piezas que se debe mover, unas entre otras, lubricadas por la pasta del cemento. Es importante destacar que no solo la pasta de cemento funge como lubricante, sino también las partículas más finas de la arena.

#### 1.4.10. Sangrado y Asentamiento

Según Kosmatka, S. (2004), el sangrado (exudación) es el desarrollo de una lámina de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causado por la sedimentación (asentamiento) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie. El sangrado es norma y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por contracción (retracción) plástica. Por otro lado, si es excesiva aumenta la relación agua/cemento cerca de la superficie; puede pasar que se haga una capa superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua del sangrado

aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie.

### 1.5. Características del Concreto Endurecido

La capacidad que tiene la mezcla de endurecer hasta hacerse una roca artificial, se debe a reacción química entre el agua y el cemento. Esta es una reacción interna que se provoca aun así el material o la mezcla este encerrado herméticamente bajo agua.

#### 1.5.1. Curado

El aumento de la resistencia con la edad continúa desde que:

- El cemento no hidratado aun este presente.
- El concreto permanezca húmedo o la humedad relativa del aire este arriba de aproximadamente 80%.
- La temperatura del concreto permanezca favorable.
- Suficiente espacio para la formación de productos de hidratación.

Cuando la humedad relativa dentro del concreto baja hasta cerca del 80% o la temperatura del concreto baja para menos del cero, la hidratación y la ganancia de resistencia se interrumpen.

Si se vuelve a saturar el concreto después del periodo de secado (deseccación), la hidratación empieza nuevamente y la resistencia vuelve a aumentar. Sin embargo, es mucho mejor que el curado húmedo sea aplicado continuamente desde el momento de la colocación hasta que el concreto haya alcanzado la calidad deseada; una vez que el concreto se haya secado completamente, es muy difícil volver a saturarlo. (Kosmatka, S. 2004).

#### 1.5.2. Velocidad de secado

Según Kosmatka, S. (2004). El concreto no se endurece o se cura con el secado, necesita de humedad para hidratarse y endurecerse. Cuando el concreto se seca no indica que haya ocurrido suficiente hidratación para que se obtengan las propiedades físicas deseables.



El conocimiento de la velocidad de desecación (tasa de secado) es útil para el entendimiento de las propiedades o condiciones físicas del concreto. Por ejemplo, como se mencionó anteriormente, el concreto necesita tener suficiente humedad durante el periodo de curado para que el mismo se hidrate hasta que se puedan lograr las propiedades deseables. Los concretos recién colocados normalmente tienen abundancia de agua, pero a medida que el secado progresa de la superficie hacia el interior del concreto, el aumento de resistencia continúa solo hasta una profundidad, desde que la humedad relativa en aquella profundidad permanezca arriba de los 80%.

Al secarse, el concreto se retrae por la pérdida de agua, la contracción (retracción) por secado es la principal causa de fisuración y el ancho de las fisuras (grietas, rajaduras) es función del grado de desecación, espaciamiento y frecuencia de las fisuras y edad de la aparición de las fisuras.

### 1.5.3. Resistencia

Neville, A. (1998), explica que la resistencia del concreto es comúnmente considerada como la característica más valiosa aunque en muchos casos son otras, como la durabilidad, la impermeabilidad y estabilidad de volumen, las que pueden ser importantes. Sin embargo, la resistencia suele dar un panorama general de la calidad del concreto, por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento. La resistencia, así como los cambios en la durabilidad y volumen de la pasta endurecida de cemento, al parecer no dependen tanto de la composición química como de la estructura física de los productos de la hidratación del cemento y de sus proporciones volumétricas relativas.

En particular, lo que importa es la presencia de grietas, discontinuidades y poros. Para comprender su influencia en la resistencia es indispensable considerar la mecánica de las fracturas del concreto bajo el esfuerzo.

Sin embargo, puesto que nuestro conocimiento de este aspecto fundamental es inadecuado, es necesario relacionar la resistencia con parámetros medibles de la estructura de la pasta de cemento hidratado.

Se mostrara que la porosidad (el volumen relativo de los poros o vacíos en la pasta de cemento) es un factor primario y que puede verse como fuente de debilidad. Otras fuentes de debilidad provienen de la presencia del agregado, que puede contener grietas en adición y ser una causa de micro fracturas en la interfase con la pasta de cemento.

Desafortunadamente, la porosidad de la pasta hidratada de cemento, así como las micro fracturas son difíciles de cuantificar de manera útil, por lo que para propósitos de ingeniería es necesario recurrir a un estudio empírico de los efectos de diversos factores en la resistencia del concreto. De hecho, se verá que el factor primordial es la relación agua/cemento; las demás proporciones de la mezcla serán de importancia secundaria.

#### 1.5.4. Resistencia a la compresión

De acuerdo con Kosmatka, S. (2004). 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 centímetro cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ) a una edad de 28 días.

Se pueden usar otras edades para la pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia a otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días. La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo  $f'c$  y la resistencia a compresión real del concreto  $f_c$  debe excederla.

La resistencia a compresión que el concreto logra, va en función de la relación agua/cemento, del progreso de la hidratación, del curado, de las condiciones ambientales y de la edad del concreto. La correspondencia en la resistencia y la relación agua/cemento ha sido estudiada desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX (Ferret 1897 y

Abrams 1918), se logró observar que las resistencias aumentan al disminuir la relación agua/cemento.

#### 1.5.5. Masa volumétrica

El concreto convencional, normalmente usado en pavimentos, edificios y otras estructuras, tiene más volumétrica (masa unitaria, densidad) que varía de 2200 hasta 2400  $\text{kg/m}^3$ . La masa volumétrica del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento.

Por otro lado el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la masa volumétrica. En el diseño del concreto armado, la masa volumétrica de la combinación del concreto con la armadura normalmente se considera como 2400  $\text{kg/m}^3$ .

El peso del concreto seco es igual al peso de los ingredientes del concreto fresco menos el peso del agua del mezclado evaporable. Parte del agua de la mezcla combina químicamente con el concreto durante el proceso de hidratación, transformando el cemento en un gel de cemento. Además, parte del agua permanece fuertemente retenida en los poros y en los capilares y no se evapora bajo las condiciones normales. (Kosmatka, S. 2004)

#### 1.5.6. Permeabilidad

La permeabilidad es la facilidad con la cual los líquidos y los gases pueden viajar a través del concreto. Esta propiedad es importante en relación con la hermeticidad de las estructuras retenedoras de líquidos y con el ataque químico. La permeabilidad del concreto se puede determinar por medio de una simple prueba de laboratorio, pero los resultados son meramente comparativos. (Neville, A. 1998)

La permeabilidad total del concreto al agua es función de: la permeabilidad de la pasta, la permeabilidad y la granulometría de los agregados, la calidad de la pasta y de la zona de transición del agregado y la proporción relativa de pasta y agregado. La disminución de la permeabilidad aumenta la resistencia al congelamiento y deshielo del concreto, la restauración, la penetración de sulfatos y de iones cloruros y otros ataques químicos.

La permeabilidad de la pasta es particularmente importante pues la pasta cubre todo los componentes en el concreto. La permeabilidad es afectada por la relación agua/cemento, el grado de hidratación del cemento y el periodo del curado húmedo. Un concreto de baja permeabilidad requiere una relación agua/cemento baja y un periodo de curado adecuado. El aire incluido tiene poco efecto sobre la permeabilidad. La permeabilidad aumenta con el secado. (Kosmatka, S. 2004).

La permeabilidad de una pasta de cemento endurecida, mantenida continuamente húmeda, varía de  $0.1 \times 10^{-12} \text{ cm}$  hasta  $120 \times 10^{-12} \text{ cm}$  por segundo, con relaciones agua/cemento que varían de 0.3 hasta 0.7. (Powers y otro 1954).

#### 1.5.7. Porosidad

De acuerdo con Porrero (2009), la porosidad del concreto es una característica muy poco aprovechada a los efectos prácticos del control del material. Se pueden diferenciar varios tipos de poros: Ultramicroporos de gel, Canalillos y Burbujas y Poros entre Granos de Cemento.

### 1.6. Componentes del Concreto

El 80% aproximadamente del peso del concreto está compuesto por materiales de origen pétreo, de diferentes tamaños, y normalmente son denominados como agregados. Razón por la cual las características de esos materiales son importantes para la calidad de la mezcla de concreto. La calidad de dichos agregados dependerá de las condiciones geológicas de la roca madre y también de los procesos extractivos.



Es costumbre añadir a la mezcla esos materiales pétreos en dos fracciones diferentes: agregado grueso (piedra picada, canto rodado natural o canto rodado picado) y agregado fino (arena natural o arena obtenida de la trituración).

El cemento Portland es el más frecuente usado para la mezcla del concreto, además del agua y algunos aditivos con la capacidad de modificar de manera muy importante las propiedades del concreto. (Porrero, J. 2009).

#### 1.6.1. Agregados

También denominados áridos o inertes, son granos o fragmentos usualmente pétreos, cuya finalidad específica es dotar la mezcla de características favorables, en las cuales se destaca la disminución de la retracción de fraguado o retracción plástica. Es importante mencionar que los agregados forman la mayor parte de la masa de concreto debido a que representan entre un 70% y 85% de su peso, razón por la cual las propiedades del material pétreo resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla. (Porrero, J. 2009).

##### 1.6.1.1. Calidad del Agregado

Las normas establecen ciertos límites para determinar las características de los agregados, que al no ser respetados, pueden producir graves problemas en la calidad del concreto. Para algunas mezclas específicas, puede requerirse que la calidad de los agregados sea más o menos estricta que los normativos. La calidad de los agregados, se pueden conocer mediante ciertos ensayos. (Porrero, J. 2009).

##### 1.6.1.2. Granulometría

Es la estructura del material en cuanto a la distribución del tamaño de los granos que lo integran. Esta característica, define de manera muy importante, la calidad del material para su uso como componente del concreto. (Porrero, J. 2009).

Según Pineda, E. (2009), la granulometría se puede expresar de varias formas: retenidos parciales en cada tamiz o cedazo, expresado en peso o porcentaje, o retenidos acumulados, o pasantes, principalmente en porcentaje. La expresión más

usual y conveniente es la que expresa el pasante total por cada cedazo como porcentaje en peso.

#### 1.6.1.3. *Tamaño máximo*

De acuerdo con Porrero, J (2009), se denomina tamaño máximo de un agregado al tamaño de sus partículas más gruesas, medido como abertura del cedazo de menor tamaño que deje pasar el 95% o más del material. Desde el punto de vista técnico, su relación con las características de la mezcla es decisiva para la calidad y economía de esta.

#### 1.6.1.4. *Impurezas*

Según Neville, A. (1998), los agregados naturales pueden ser suficientemente fuertes y resistentes al desgaste y aun así no resultar adecuados para la elaboración del concreto si contienen impurezas orgánicas que interfieran el proceso de hidratación.

#### 1.6.1.5. *Peso Específico*

De acuerdo con Pineda, E. (2009), es una propiedad física de los agregados y está definida como la relación entre el peso y el volumen del sólido de una masa de agregado, sin contar los espacios vacíos que quedan entre grano y grano.

#### 1.6.1.6. *Peso unitario de los agregados*

Es una propiedad que indica el grado de acomodamiento de las partículas, así mientras mayor sea este, menor será el volumen de vacíos entre ellas. Se clasifica en:

a. *Peso unitario suelto:*

Se usa para diseños en volumen donde se supone que el agregado se medirá sin compactación. El material se deja caer libremente dentro en un recipiente.

b. Peso unitario compacto:

Análogo al suelto, pero el material no se deja caer libremente al recipiente sino que se compacta de manera similar a como se hace con el concreto.

### 1.6.2. Agua

El agua es necesaria en la elaboración del concreto debido a que forma parte de cada una de sus etapas: mezclado, fraguado y curado. El agua de mezclado representa entre un 15 y 20% del volumen del concreto fresco, en conjunto con el cemento forman una mezcla coherente, pastosa y manejable, que lubrica y soporta los agregados.

Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y produciendo el fraguado en su aceptación más amplia, desde el estado plástico, el endurecimiento y por último el desarrollo de resistencias a largos plazos.

Al momento del curado también es necesaria el agua debido a que esta repone la humedad perdida por evaporación luego que el concreto ha sido colocado, compactado y alisado en su superficie; para así garantizar un desarrollo normal en las reacciones de hidratación del cemento.

Tanto el agua de mezclado con la del curado, deben estar libres de contaminante que puedan perjudicar el fraguado del cemento o que reaccionen negativamente, con alguno de los componentes o con algún elemento embutido en el mismo como: tuberías metálicas o el acero de refuerzo.

#### 1.6.2.1. Agua para el mezclado

Según Kosmatka, S. (2004). Prácticamente cualquier agua natural que sea potable y no presente fuerte sabor olor se la puede usar como agua de mezcla (de mezclado, de amasado) para la preparación del concreto. Sin embargo, también se pueden emplear en concreto algunas aguas que no se consideren potables.

#### 1.6.2.2. *Agua para el curado*

En general, el agua que es adecuada para la mezcla también lo es para el curado. Sin embargo, el hierro y la materia orgánica pueden ocasionar manchas, especialmente si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora con rapidez. (Neville, A. 1998).

#### 1.6.2.3. *Calidad del Agua*

Según Neville, A (1998). La calidad del agua es importante, ya que las impurezas que contenga pueden interferir el endurecimiento del cemento, afectar negativamente la resistencia del concreto u ocasionar el manchado de la superficie, así como llevar la corrosión al refuerzo. Por estas razones debe evaluarse su conveniencia para fines de mezclado y curado. Debe hacerse una distinción clara entre los efectos del agua para mezcla y el ataque de aguas agresivas al concreto endurecido ya que algunas de estas últimas son inofensivas e incluso benéficas si se usan en el mezclado.

#### 1.6.2.4. *Agua de río*

Son aguas superficiales provenientes de una cuenca hidrográfica, que en su contenido transportan diferentes componentes como sales, metales, sólidos suspendidos, entre otros.

##### Río:

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación por las intensas temperaturas. (SENAMHI, 2011).

#### 1.6.2.5. *Agua de canal*

Es el agua superficial proveniente de la captación que se realiza a un río, laguna, quebrada, manantial o pozas artificiales construidas por el hombre, mayormente

sirven para la agricultura. En ingeniería se denomina canal a una construcción destinada al transporte de fluidos generalmente utilizada para agua y que, a diferencia de las tuberías, es abierta a la atmósfera. También se utilizan como vías artificiales de navegación. La descripción del comportamiento hidráulico de los canales es una parte fundamental de la hidráulica y su diseño pertenece al campo de la ingeniería hidráulica, una de las especialidades de la ingeniería civil. (SENAMHI, 2011).

#### 1.6.2.6. *Agua de manantial.*

las aguas de manantial son las aguas de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, con las características naturales de pureza que permiten su consumo; características que se conservan intactas, dado el origen subterráneo del agua, mediante la protección natural del acuífero contra cualquier riesgo de contaminación. (Aesan, 2011).

#### 1.6.3. *Cemento.*

Es un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las cuales permiten unir fragmentos minerales entre sí, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad adecuadas. El cemento se conoce también por el nombre de cemento hidráulico, nombre que incluye a todas aquellas sustancias aglomerantes que hacen fraguar y endurecer la mezcla con agua, lo que puede suceder incluso, bajo el agua. Se encuentra entre el 7% y 15% del volumen total de la misma.

## **2. Marco Normativo.**

### **2.1. Tipos de cemento**

De acuerdo a lo recomendado por la Norma ASTM 150, los 5 tipos de cemento portland normal que pueden ser clasificados como estándar y cuya fabricación esta normada por requisitos específicos son:

**Tipo I:** De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.

**Tipo II:** De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos y/o vaciados masivos.

**Tipo III:** De desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación, especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicios de las estructuras, para usos en climas fríos.

**Tipo IV:** De bajo calor de hidratación, recomendables para concretos masivos.

**Tipo V:** Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos.

De estos tipos en el Perú solo se fabrican los tipos I, II y V.

Aparte de estos tipos encontramos a otros denominados “cementos adicionales” que son mezclas de cemento y un material de características puzolánicas molidos en forma conjunta, de las cuales en el Perú se fabrican los tipos IP, IPM, IS, y ISM.

## 2.2. Agua de la mezcla de concreto

El agua es un integrante fundamental en las mezclas de concreto y morteros, pues al ser mezclado con el cemento reacciona químicamente con este para producir la parte sólida y desarrollar resistencia. (NTP 339.088, 2006 / ASTM C 1602, 2012)

El ACI en su Capítulo 3, acápite 3.4, fija los siguientes requisitos:

- El agua deberá estar limpia y libre de cantidades de sustancias nocivas.
- El agua que contengan elementos de aluminio embebidos, no deberá contener cantidades nocivas del ion cloruro.
- No deberá emplearse en el concreto aguas no potables.

Normas para el ensayo de agua en el concreto.

- NTP 339.070: Toma de muestras de agua para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento portland
- NTP 339.071: Ensayo para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP 339.072: Método de ensayo para determinar por oxidabilidad del contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP 339.073: Método de ensayo para determinar el pH de las aguas.
- NTP 339.074: Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos de las aguas.
- NTP 339.075: Método de ensayo para determinar el contenido de hierro de las aguas.
- NTP 339.076: Método de ensayo para determinar el contenido de cloruros de las aguas

•**Agua de mezclado:** el agua de mezclado está definida como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario, para producir una pasta eficientemente hidratada, con la fluidez tal, que permita la lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico. La pasta de cemento, inmediatamente se mezclan los materiales, es una mezcla Plástica de cemento y agua que va adquiriendo nueva estructura conforme se produce la hidratación del cemento. (NTP 339.088, 2006 / ASTM C 1602, 2012).

•**Agua no evaporable (hidratación):** el agua de hidratación es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida de gel. Es también llamada no evaporable porque en una porción de pasta hidratada se conserva a 0% de humedad del ambiente y 110°C de temperatura. (NTP 339.088, 2006 / ASTM C 1602, 2012).

•**Agua evaporable:** el agua restante en la pasta, es agua que puede evaporarse a 0% de humedad relativa del ambiente y a 110°C de temperatura, pero no se encuentra libre en su totalidad. (NTP 339.088, 2006 / ASTM C 1602, 2012).

•**Agua de adsorción:** es una capa molecular de agua que se encuentra fuertemente adherida a las superficies del gel por fuerzas intermoleculares de atracción. El agua adsorbida, cuyas distancias con respecto a la superficie del gel están en intervalos de 0 a 30 Å (Angstrom= 0.0000001 mm), se llama también agua activa. (NTP 339.088, 2006 / ASTM C 1602, 2012).

•**Agua de curado:** el agua de se define como el conjunto de condiciones necesarias para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el concreto alcance sus propiedades potenciales. Estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y la temperatura. El agua de curado constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. (NTP 339.088, 2006 / ASTM C 1602, 2012)

### 2.3. Agregados.

Dependiendo de sus características y dimensiones la Norma Técnica Peruana clasifica y denomina a los agregados en:

**Agregado grueso.** La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N ° 4). El agregado grueso podrá consistir de grava o piedra partida de origen natural o artificial. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial.

Según La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, el agregado grueso deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- ✓ Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.



- ✓ La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua.
- ✓ La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- ✓ La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de  $1 \frac{1}{2}$ " y no más del 6% del agregado que pasa la malla de  $\frac{1}{4}$ ".
- ✓ Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño nominal máximo del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que, en ningún caso el tamaño nominal máximo del agregado no deberá ser mayor de:
  - Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o
  - Un tercio del peralte de las losas; o
  - El agregado grueso empleado en concreto para pavimentos, en estructuras sometidas a procesos de erosión, abrasión o cavitación, no deberá tener una pérdida mayor del 50% en el ensayo de abrasión realizado de acuerdo a la norma NTP 400.019 y norma NTP 400.020, o la norma ASTM C 131.
  - El lavado de las partículas de agregado grueso se deberá hacer con agua preferentemente potable. De no ser así, el agua empleada deberá estar libre de sales, materia orgánica, o sólidos en suspensión.
- ✓ Volviendo a la granulometría, en general el agregado grueso debe estar gradado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33.

**Agregado fino.** La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm ( $3/8$ " ) y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (Nº200).

Según la norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, el agregado fino deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ Puede estar constituido de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes.
- ✓ Deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.
- ✓ El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.
- ✓ En general, es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33.
- ✓ El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de  $\pm 0.2$  del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto; siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2.30 y 3.10.
- ✓ El agregado fino no deberá indicar presencia de materia orgánica cuando ella es determinada de acuerdo a los requisitos de la norma NTP 400.013 o la norma ASTM C 40.
- ✓ Podrá emplearse agregado fino que no cumple con los requisitos de la norma NTP 400.013 o la norma ASTM C 40 siempre que:
  - La coloración del agregado fino a usar en el ensayo se deba a la presencia de pequeñas partículas de carbón, lignito u otras partículas similares; o
  - Realizado el ensayo, la resistencia a los siete días de morteros preparados con dicho agregado no sea menor del 95% de la resistencia de morteros similares preparados con otra porción de la misma muestra de agregado fino previamente lavada con una solución al 3% de hidróxido de sodio.

### 3. Definición de términos básicos

#### 3.1. Consistencia.

El grado en que un hormigón recién mezclado, mortero, lechada, o pasta de cemento resiste la deformación. (Véase también la consistencia normal, consistencia plástica, y más húmedo consistencia estable). (ACI CT - 13).

#### 3.2. Segregación.

- La concentración no uniforme de los componentes en el hormigón o mortero;
- La distribución no uniforme de las fracciones de tamaño en una masa de agregado;

El asentamiento gravitacional de sólidos de un líquido (también llamado de separación). (Véase también el sangrado). (ACI CT - 13).

#### 3.3. Exudación.

Un material similar a un gel viscoso líquido o descarga a través de un poro, grieta o abertura en la superficie del hormigón. (ACI CT - 13).

#### 3.4. Permeabilidad.

La capacidad de un hormigón dado para permitir que líquidos o gases pase a través. (ACI CT - 13).

#### 3.5. Resistencia la compresión del concreto.

La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto, la forma de evaluar esta resistencia es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, para lo cual se toman muestras y se hacen especímenes para fallar. La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto a la carga axial, generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ) a una edad de 28 días y se calcula dividiendo la máxima carga soportada por el espécimen durante el ensayo entre el área de la sección transversal promedio. (NTP 339.034 / ASTM C39).

#### 3.6. Granulometría: Módulo de finura.

El módulo de finura del agregado grueso o del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100. (ASTM C136 / NTP 400.012).

### 3.7. Pesos unitarios:

El peso unitario de un agregado es la relación entre el peso de una determinada cantidad de este material y el volumen ocupado por el mismo, considerando como volumen al que ocupan las partículas del agregado y sus correspondientes espacios ínter granulares. (ASTM C-29 / NTP 400.017).

### 3.8. Peso específico y absorción:

Generalmente el peso específico es usado para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contengan agregados como los son el concreto de cemento portland, el concreto bituminoso, u otras mezclas que están proporcionales o analizadas sobre un volumen básico, el peso específico es también usada en el cálculo de vacíos en el agregado, y viene dado por la relación entre el peso y el volumen de la material sólido. (ASTM C127 / NTP 400.021).

## 4. HIPÓTESIS

### Formulación de la hipótesis.

La utilización de agua de río, canal y manantial, incrementa hasta 10% la resistencia a compresión axial de concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

### Variables

#### Variable Dependiente

Resistencia a la compresión de concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### Variable Independiente

Utilización de diferentes tipos de agua (río Mashcón, canal Huacariz y manantial La Doncella).

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Operacionalización de variables

Tabla n° 01. Operacionalización de variables

| VARIABLE  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DIMENSIONES                                | INDICADORES                 | UNIDAD           |
|---|---|--|-----------------------------|------------------|
| <b>Dependiente:</b><br>Resistencia a la compresión axial de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ | La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto, la forma de evaluar esta resistencia es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, para lo cual se toman muestras y se hacen especímenes para fallar. (NTP 339.034)                 | Resistencia a compresión axial             | Resistencia a la compresión | $\text{Kg/cm}^2$ |
|   |   | Características mecánicas de los agregados | Gravedad específica         | $\text{gr/cm}^3$ |
|   |   |  | Absorción                   | %                |
|   |   |  | Peso unitario compactado    | $\text{Kg/m}^3$  |
|   |   |  | Peso unitario suelto        | $\text{Kg/m}^3$  |
|   |   |  | Análisis granulométrico     | %                |
|   |   |  | Abrasión                    | %                |
| <b>Independiente:</b><br>Utilización de diferentes tipos de agua                                  | Se entiende por agua de mezclado a la cantidad de agua total contenida en el concreto fresco. Esta cantidad es utilizada para el cálculo de la relación agua/cemento (a/c) y está compuesta por el agua agregada a la mezcla y la humedad superficial de los agregados. (NTP 339.088) | Dosificación                               | Agua potable                | Litros (L)       |
|   |   |  | Agua de río                 | L                |
|   |   |  | Agua de canal               | L                |
|   |   |  | Agua de manantial           | L                |

Fuente propia.

#### Diseño de investigación

El tipo de investigación es experimental.

#### Unidad de estudio

Probetas de concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  patrón (agua potable) y probetas de concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  con diferentes tipos de agua (canal, manantial y río).

#### Población

La investigación se limitará a la obtención de 36 especímenes de concreto, según la NTP339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en laboratorio).

#### Muestra

La investigación se limitará a la obtención de 36 especímenes de concreto, según la NTP339.183 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en laboratorio) los que serán evaluados a la compresión uniaxial a 7,

14 y 28 días, de los cuales se ensayarán 03 especímenes por día de curado y por la calidad del agua con que haya sido elaborado, distribuidos de la siguiente manera:

9 probetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (agua Potable), ensayadas 03 a los 7 días, 03 a los 14 días y 03 a los 28 días.

Laboratorio UPNC

9 probetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (agua del canal Huacariz) ensayadas 03 a los 7 días, 03 a los 14 días y 03 a los 28 días.

9 probetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (agua del manantial la doncella "Nicolás Arriola") ensayadas 03 a los 7 días, 03 a los 14 días y 03 a los 28 días.

9 probetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (agua del rio Mashcón puente Mollococha) ensayadas 03 a los 7 días, 03 a los 14 días y 03 a los 28 días.

### **3.2. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos**

#### **3.2.1. De recolección de información**

- Revisión del material Bibliográfico.
- Muestreo de cantera.
- Muestreo del agua a utilizar.
- Diseño según el ACI 211

#### **3.2.2. De análisis de información**

Para la confiabilidad de los instrumentos se tendrá en cuenta los certificados de calibración de cada uno de los equipos a utilizar en los ensayos de laboratorio y se seguirá los procedimientos acorde con las normas técnicas ASTM, NTP y reglamentos vigentes.

El método de análisis de datos será descriptivo y a la vez ligado con la hipótesis planteada.

La recolección de datos se lo realizará mediante tabulaciones, las mismas que serán representadas en cuadros de doble entrada, gráficos y ensayos de laboratorio.

### 3.3. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

#### 3.3.1. Método para el diseño de mezclas de concreto

Según Flavio Abanto la selección de las proporciones del concreto, implica un balance entre economía razonable y requerimiento de ciertas características, las cuales están regidas por el uso futuro del concreto y las condiciones esperadas a ser encontradas en el momento de la colocación de la mezcla. Estas son a menudo, pero no siempre expresadas en las especificaciones de trabajo.

Existen diferentes métodos de diseño de mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que depende los resultados dichos métodos, aun así se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos sin embargo existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión. En este proyecto utilizaremos el método del comité 211 del ACI que especificamos a continuación.

##### 3.3.1.1. Método del comité 211 del ACI

Se determina el contenido de agregado grueso mediante la tabla, elaborada por el Comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. La tabla permite obtener un coeficiente  $b / b_0$  resultante de la división del peso seco del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en  $\text{kg/ m}^3$ .

##### 3.3.1.2. Resumen del desarrollo del método:

- a) Selección de la resistencia promedio.
- b) Selección del tamaño máximo nominal de agregados finos.
- c) Selección del asentamiento (slump).
- d) Selección del volumen unitario de agua (tablas).
- e) Selección de Contenido de aire (tablas).
- f) Selección de la relación agua /cemento (tablas).
- g) Determinación del cemento.
- h) Determinación del agregado (tablas).
- i) Determinación de los volúmenes absolutos de sus componentes.
- j) Determinación del peso seco del agregado fino.

- k) Determinación de los valores de proporciones de sus componentes y su correspondiente corrección.

**3.3.1.3.** Desarrollo del método ACI

- a. Selección de la resistencia promedio: Mediante las ecuaciones del ACI

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots \dots \dots I$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 \dots \dots \dots II$$

De I y II se asume la de mayor valor. Donde s es la desviación estándar.

Cuando no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientes a obras y proyectos anteriores:

Tabla n° 02.  $f'_{cr}$  sin registro

| $F'_c$                                  | $F'_{cr}$   |
|---|-------------|
| Menos de $210\text{kg/cm}^2$            | $F'_c + 70$ |
| $210\text{kg/cm}^2 - 350\text{kg/cm}^2$ | $F'_c + 84$ |
| $>350\text{kg/cm}^2$                    | $F'_c + 98$ |

Fuente: ACI

Teniendo en cuenta el grado de control de calidad en la obra:

Tabla n° 03.  $f'_{cr}$  grado de control

| Nivel de control | $F'_{cr}$           |
|------------------|---------------------|
| Regular o malo   | 1.3 a 1.5 de $f'_c$ |
| Bueno            | $1.2f'_c$           |
| excelente        | $1.1f'_c$           |

Fuente: ACI

- b. Selección del tamaño máximo nominal de agregados finos:

La elección del tamaño máximo del agregado, segundo paso del método, debe considerar la separación de los costados de la cimbra, el espesor de la losa y el espacio libre entre varillas individuales o paquetes de ellas. Por consideraciones económicas es preferible el mayor tamaño disponible, siempre y cuando se utilice



una trabajabilidad adecuada y el procedimiento de compactación permite que el concreto sea colado sin cavidades o huecos.

**c. Selección del asentamiento (slump):**

Se determina la trabajabilidad del concreto fresco mediante el ensayo de slump realizado mediante el uso de cono de Abrams, en este paso se selección el slump teórico a alcanzar según las sollicitaciones de la obra.

Tabla n° 04. Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras

| TIPO DE ESTRUCTURA                        | SLUMP MÁXIMO | SLUMP MÍNIMO |
|---|--------------|--------------|
| Zapatas y muros de cimentación reforzados | 3"           | 1"           |
| Cimentaciones simples y calzaduras        | 3"           | 1"           |
| Vigas y muros armados                     | 4"           | 1"           |
| Columnas                                  | 4"           | 2"           |
| Muros y pavimentos                        | 3"           | 1"           |
| Concreto ciclópeo                         | 2"           | 1"           |

Fuente: ACI

**d. Selección del volumen unitario de agua (tablas):**

El informe presenta una tabla con los contenidos de agua recomendables en función del slump requerido y el tamaño máximo del agregado, considerando concreto sin y con aire incluido.

Tabla n° 05. Volumen de agua por  $\text{m}^3$

| Asentamiento                  | Agua en Lt./m <sup>3</sup> , para TMN de agregados y consistencia indicada |      |      |     |        |     |     |     |
|-------------------------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|                               | 3/8"   | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
| Concreto sin aire incorporado |  |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                       | 207  | 199  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"                       | 228  | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"                       | 243  | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 | --  |
| Concreto con aire incorporado |  |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                       | 181  | 175  | 168  | 160 | 150    | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4"                       | 202  | 193  | 184  | 175 | 165    | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7"                       | 216  | 205  | 187  | 184 | 174    | 166 | 154 | --  |

Fuente: ACI

e. Selección de Contenido de aire (tablas)

Tabla n° 06. Contenido de aire atrapado

| TMN del agregado grueso | Aire atrapado % |
|-------------------------|-----------------|
| 3/8"                    | 3.0             |
| 1/2"                    | 2.5             |
| 3/4"                    | 2.0             |
| 1"                      | 1.5             |
| 1 1/2"                  | 1.0             |
| 2"                      | 0.5             |
| 3"                      | 0.3             |
| 4"                      | 0.2             |

Fuente: ACI

f. Selección de la relación agua /cemento (tablas):

El ACI proporciona una tabla con los valores de la relación agua/cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión a los 28 días que se requiera.

Tabla n° 07. Relación A/C por resistencia

| RESISTENCIA A LA<br>COMPRESIÓN A LOS 28<br>DÍAS ( $f'c$ ) ( $\text{kg/cm}^2$ ) | RELACIÓN AGUA – CEMENTO DE DISEÑO EN PESO |                                  |
|--|---|----------------------------------|
|  | CONCRETO SIN AIRE<br>INCORPORADO          | CONCRETO CON AIRE<br>INCORPORADO |
| 450  | 0.38                                      | ---                              |
| 400  | 0.43                                      | ---                              |
| 350  | 0.48                                      | 0.40                             |
| 300  | 0.55                                      | 0.46                             |
| 280  | 0.58                                      | 0.49                             |
| 250  | 0.62                                      | 0.53                             |
| 210  | 0.68                                      | 0.59                             |
| 200  | 0.70                                      | 0.61                             |
| 175  | 0.75                                      | 0.66                             |
| 150  | 0.80                                      | 0.71                             |

Fuente: ACI

g. Determinación del cemento:

El contenido de cemento se calcula con la cantidad de agua

h. Determinación del agregado (tablas):

Tabla n° 08. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

| TMN del agregado grueso | Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de finesa del fino (b/bo) |      |      |      |
|-------------------------|---|------|------|------|
|                         | 2.40  | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8"                    | 0.50  | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2"                    | 0.59  | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4"                    | 0.66  | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1"                      | 0.71  | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2"                  | 0.76  | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2"                      | 0.78  | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3"                      | 0.81  | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6"                      | 0.87  | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fuente: ACI

i. Determinación de los volúmenes absolutos de sus componentes:

El ACI maneja una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto

j. Determinación del peso seco del agregado fino:

Hasta el paso anterior se tienen estimados todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se calcula por diferencia.

k. Determinación de los valores de proporciones de sus componentes y su correspondiente corrección:

Este paso consiste en ajustar las mezclas por humedad de los agregados para luego realizar los ajustes a las mezclas de prueba.

Tabla n° 09. Módulo de finesa de la combinación de agregados

| TMN del agregado grueso | Módulo de finesa de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m <sup>3</sup> (m) |      |      |      |
|-------------------------|--|------|------|------|
|                         | 6  | 7    | 8    | 9    |
| 3/8"                    | 3.96   | 4.04 | 4.11 | 4.19 |
| 1/2"                    | 4.46   | 4.54 | 4.61 | 4.69 |
| 3/4"                    | 4.96   | 5.04 | 5.11 | 5.19 |

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 1"   | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 |
| 1 ½" | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 |
| 2"   | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 5.09 |
| 3"   | 6.16 | 6.24 | 6.31 | 6.39 |

Fuente: ACI

Tabla n° 10. Contenido de aire incorporado y total

| TMN del agregado<br>grosso | CONTENIDO DE AIRE TOTAL (%) |                        |                   |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|
|                            | Exposición suave            | Exposición<br>moderada | Exposición severa |
| 3/8"                       | 4.5                         | 6.0                    | 7.5               |
| ½"                         | 4.0                         | 5.5                    | 7.0               |
| ¾"                         | 3.5                         | 5.0                    | 6.5               |
| 1"                         | 3.0                         | 4.5                    | 6.0               |
| 1 ½"                       | 2.5                         | 4.0                    | 5.5               |
| 2"                         | 2.0                         | 3.5                    | 5.0               |
| 3"                         | 1.5                         | 3.0                    | 4.5               |
| 6"                         | 1.0                         | 2.5                    | 4.0               |

Fuente: ACI

### 3.3.2. Ensayos de laboratorio

A continuación detallamos los ensayos a llevar a cabo para la elaboración del concreto. Para lo cual hemos dividido en dos partes:

- En la primera parte nos referimos a las características físicas de los agregados finos y gruesos.
- En la segunda parte nos referimos a las etapas más importantes a tener en cuenta en la elaboración del concreto; desde la toma de muestras de agua y agregados hasta la ejecución de los ensayos a la compresión.

#### 3.3.2.1. Características físicas de los agregados

Es importante analizar las características físicas de los agregados para evaluar cuales son los probables comportamientos en el concreto. En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

A continuación detallamos las características físicas de los agregados a emplear en la presente tesis.

#### A. Agregado fino

##### a. *Análisis granulométrico*

Teniendo en cuenta la forma irregular de las partículas de los agregados, es obvio que no es simple establecer un criterio numérico individual para definir el tamaño de cada partícula midiendo sus dimensiones.

Como sería sumamente difícil medir el volumen de los diferentes tamaños de las partículas, se usa una manera indirecta, la cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total, a esto se le denomina análisis granulométrico, que es la representación mínima de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Para realizar el análisis granulométrico del agregado fino nos regimos de la NTP 400.012, la cual nos indica que para este tipo de ensayo tomamos una muestra de 500gr. Dicha muestra fue secada en el horno a una temperatura de  $100^\circ \pm 5^\circ \text{ C}$  y posteriormente tamizada por las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50, y N°100, los resultados del tamizado se expresó indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra.

##### b. *Módulo de fineza*

En busca de las caracterizaciones numéricas que representa la distribución volumétrica de las partículas de los agregados, se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie estándar hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se divide entre 100. El módulo de fineza del agregado fino deberá estar comprendido entre los valores de 2.35 a 3.15. El módulo de fineza es un indicador de la finura de los agregados, puesto que cuanto mayor sea el módulo de fineza, más grueso es el agregado.

c. *Peso unitario del agregado fino*

El peso unitario o aparente de los agregados es su peso tal como se encuentra en la realidad, es decir incluye los vacíos entre partículas, este peso es variable dependiendo del grado de capacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

La obtención del peso unitario del agregado es importante ya que este valor sirve para calcular las cantidades de materiales para la mezcla y para convertir volúmenes en peso o viceversa; la NTP 400.017 es la que rige el presente ensayo.

A continuación mencionamos los ensayos relacionados al peso unitario del agregado fino.

- Para el peso unitario suelto
- Para el peso unitario compactado

d. *Peso específico del agregado fino*

El peso específico es un índice de calidad del agregado, cuando los valores son elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que los valores bajos corresponden a agregados débiles y absorbentes.

El peso específico es la relación, a una temperatura estable de la masa de volumen unitario de agua destilada libre de gas. El peso específico del agregado fino lo rige la norma técnica peruana NTP 400.021.

e. *Porcentaje de absorción del agregado fino*

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas, según NTP 400.021.

Llamamos absorción a la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta se expresa en porcentaje en peso.

Tiene importancia pues refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerlo en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

*f. Contenido de humedad del agregado fino*

Es la cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas de los agregados.

Es una característica importante pues contribuye a relacionar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas.

**B. Agregado grueso**

*a. Análisis granulométrico del agregado grueso*

Para realizar el siguiente ensayo nos regimos por la NTP 400.012, de acuerdo a nuestro tamaño máximo nominal 3/4" la norma nos indica para el ensayo, tomar una muestra de 8 kg. esta muestra esta previamente cuarteada y llevada al horno por espacio de 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , el tamizado se hizo a través de los tamices 1", 3/4", 3/8" y N°4 . El resultado del tamizado se expresa indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra.

*b. Peso unitario del agregado grueso*

El peso unitario o aparente de los agregados es su peso tal como se encuentra en la realidad, es decir incluye los vacíos entre partículas, este peso es variable dependiendo del grado de capacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

La obtención del peso unitario del agregado es importante ya que este valor sirve para calcular las cantidades de materiales para la mezcla y para convertir volúmenes en peso o viceversa; la NTP 400.017 es la que rige el presente ensayo.

A continuación mencionamos los ensayos relacionados al peso unitario del agregado grueso.

- Para el peso unitario suelto
- Para el peso unitario compactado

*c. Peso específico del agregado grueso*

Para realizar el peso específico del agregado grueso tomamos en cuenta la NTP 400.021, El peso específico es un índice de calidad del agregado, cuando los valores son elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que los valores bajos corresponden a agregados débiles y absorbentes.

El peso específico es la relación, a una temperatura estable de la masa de volumen unitario de agua destilada libre de gas.

*d. Porcentaje de absorción del agregado grueso*

El porcentaje de absorción lo hayamos del ensayo del peso específico, la absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta, se expresa como porcentaje en peso. Y está regido por la norma técnica peruana según NTP 400.021

*e. Contenido de humedad del agregado grueso*

Es la cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas de los agregados.

Es una característica importante pues contribuye a relacionar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la



absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas.

*f. Tamaño máximo del agregado grueso*

Es el tamaño de la abertura de la malla más pequeña que deja pasar toda la muestra del agregado, según NTP 400.017 se utiliza para seleccionar el agregado según las condiciones de geometría del encofrado y del refuerzo del acero.

El tamaño máximo del agregado grueso utilizado en el presente estudio es de 1”.

*g. Tamaño máximo nominal del agregado grueso*

El tamaño máximo nominal se da generalmente como referencia de granulometría y corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido.

El tamaño máximo nominal utilizado estudio es de  $\frac{3}{4}$ ”.

### 3.3.2.2. Etapas para la elaboración del concreto

#### A. Extracción y preparación de la muestra

Este ensayo se realizó según la NTP339 035 – 2009. Como primera etapa mencionaremos la extracción de las muestras, para lo cual se procede a la toma de muestras de los agregados que es una operación fundamental en el proceso de la producción del concreto.

La forma de extracción utilizada es la llamada “ Muestra del material elaborado”, que es la que se obtiene del material que, después de ser sometido a procesos tales como trituración y tamizado han sido colocados en silos, acumulándolos en montones, y colocados en los vehículos.

La muestra del material utilizado proviene de la cantera “Acosta” del distrito de Baños del inca. Las muestras de agregado grueso fueron tomadas para verificar el

tamaño máximo, para ello se transportaron los agregados en sacos tejidos que evitaban la pérdida de finos, estas muestras fueron tomadas de los silos para luego ser transportadas al laboratorio.

En el laboratorio se realizaron sus respectivos análisis granulométricos para determinar su tamaño máximo, y de esta manera verificar si el tamaño concuerda con la información brindada por el proveedor.

**B. Toma de muestras del concreto fresco.**

Éste ensayo se realizó según la NTP339 035 – 2009. Para recoger las muestras del concreto fresco, se utilizaron recipientes de material no absorbentes, de preferencia metálicos, de forma y tamaños adecuados a fin de impedir la segregación de los agregados. Además se contó una pala o cucharón para homogeneizar la muestra, antes de realizar los ensayos.

En el momento de sacar las muestras se tomaron todas las precauciones necesarias para conseguir que sean realmente representativas del concreto a tratar, para ello la corriente de descarga de la hormigonera se dirigió para que caiga al recipiente, teniendo cuidado además, de que la velocidad de descarga no fuera tan pequeña como para producir la segregación del material.

El tiempo transcurrido entre la toma y el uso de la muestra de concreto no excedió de 15 minutos.

**C. Ensayo de consistencia o slump mediante el cono de abrams.**

Éste ensayo se realizó según la NTP339 035 – 2009. El denominado ensayo de asentamiento o slump, llamado también de revenimiento o “slump test”, se encuentra ampliamente difundido y su empleo es aceptado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco.

El ensayo consistió en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento del concreto luego de desmoldarlo. El comportamiento

del concreto en la prueba, indica su consistencia o sea la capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores: se requiere de más agua con agregados de forma angular y textura rugosa; reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado.

Para realizar el ensayo de consistencia utilizamos un molde troncocónico y una varilla de 5/8" con punta de bala, el molde descansa sobre una superficie plana no absorbente, dicho molde se llenó en tres capas, luego se compacta cada capa mediante 25 golpes con la varilla de acero, estos golpes se les propinan en forma distribuida y en forma de espiral, se tuvo cuidado que la barra solo compacte la capa ensayada.

La última capa se enrasa con ayuda de una espátula para luego levantar el molde verticalmente y con mucho cuidado; el ensayo culmina al medir el asiento del concreto que es la diferencia entre la altura del molde y la cara superior central de la mezcla.

#### **D. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto:**

Para la elaboración de la presente tesis utilizamos probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura, según NTP339.183-2003.

Se elaboraron probetas cilíndricas para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con cemento portland tipo 1, según el diseño de mezclas obtenido por el método 211 del ACI, que en un total hacen de 36 probetas de concreto, las cuales fueron ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días de curado.

Para ello fue necesario ensayar 3 probetas de concreto de cada calidad de agua, para cada edad en los días programados. Al momento de vaciado del concreto el molde,

debe estar limpio y en su parte interior cuidadosamente aceitado. El moldeo de las probetas se efectuó sobre una superficie horizontal, libre de vibraciones, el llenado de la probeta se efectuó evitando la segregación y vertiendo el concreto con la cuchara; luego de mezclarse el concreto se llenan los moldes en tres capas, cada una de ellas a un tercio de la altura del molde y compactadas enérgicamente con la barra compactadora con 25 golpes en forma vertical y en forma de espiral empezando por los extremos hasta llegar al centro y así sucesivamente con las otras dos capas superiores, en la capa última se agregara material hasta rebosar, retirando el material excedente y enrasamos la superficie del molde tratando de lograr un buen acabado, luego de ello con la ayuda de un martillo de goma se propicia golpes para eliminar vacíos.

Las probetas fueron retiradas de los moldes entre las  $20 \pm 4$  horas, después de ser moldeados se procedió soltando los elementos de cierre y luego de un momento se retiraron cuidadosamente los moldes.

Las probetas fueron identificadas en su cara superior con nombre y edad de elaboración, con la ayuda de un lápiz de cera, al cabo de ello las probetas fueron enviadas a la poza de curado.

#### **E. Curado de probetas cilíndricas**

Para obtener un buen concreto, según NTP339.183-2003 es necesario, que en su primera edad se encuentre en un entorno que reúna adecuadas condiciones de temperatura, humedad y que agreguen la hidratación del cemento.

El curado consiste en mantener el contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que puedan desarrollar las propiedades deseables. La resistencia y durabilidad del concreto se desarrollara en todo su potencial solo si se cura adecuadamente.

Al ser desmoldadas las probetas, se llevaran a la poza para su curado que contenía una solución saturada de agua de cal a una temperatura de  $23^\circ \pm 2^\circ$ . La saturación se pudo obtener incorporando tentativamente 2gr e cal hidratada por litro de agua, el agua

utilizada fue potable y limpia, no debiendo las probetas en ningún momento estar expuestas al goteo o a la acción del agua en movimiento.

#### F. Ensayos de la resistencia a la compresión

La calidad del concreto se establece generalmente por referencia a su resistencia a la compresión. Para esto usamos la NTP339.34-2008.

La resistencia a la compresión del concreto es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. La resistencia depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento la cual se expresa en términos de la relación a/c en peso.

La resistencia se ve influenciada por el tipo de curado inicial, el tamaño de la probeta, la velocidad de descarga, la esbeltez de la probeta, el estado de humedad, el refrendado, etc. La máquina de ensayo a utilizar es una prensa manual de uso corriente, la máquina está provista de dos bloques de acero de superficie endurecida, entre los cuales se comprimen las probetas sometidas a ensayo, el cabezal inferior sobre el que descansa la probetas sometidas a ensayo, el cabezal inferior sobre el que descansa la probeta es rígido y plano, el cabezal superior está provisto de un dispositivo a rotula que le permite rotar libremente e inclinarse pequeños ángulos en cualquier dirección.

El diámetro de la superficie plana de cada uno de los calzados es mayor que el diámetro de la probeta. Las probetas se ensayan un día después de ser retirados de la poza de curado, el ensayo de compresión de probetas de concreto se realizaran con la probeta en estado seco.

Antes de realizar el ensayo a la compresión, primeramente los moldes fueron pesados y tomados sus diámetros a fin de poder obtener el área de contacto, luego se hizo el refrentado o "capping", el cual permite eliminar ciertas irregularidades que pudieran existir en las bases de las probetas y obtener el paralelismo de ambas bases el cual es un requisito fundamental para la realización de dicho ensayo.

Las probetas se colocan en forma centrada en la prensa de ensayo que se comprime a una velocidad de carga de (20-50 lb/pulg<sup>2</sup> /seg) aproximadamente, la cual se debe mantener constante durante la duración del ensayo, es decir hasta cuando se logre una franca rotura de la probeta y la máquina electrónica registre su máxima resistencia así este cargando la máquina.

### 3.3.2.3. Ensayo fisicoquímico de las muestras de agua tomadas

En la ciudad de Cajamarca existe un solo laboratorio certificado para los ensayos del agua, el cual pertenece al Ministerio de salud, para el estudio de aguas, en esta tesis se solicitó a la Dirección Regional de Salud (DIRESA) Cajamarca mediante el Laboratorio de salud ambiental – análisis físico químico de aguas, el análisis físico químico de las aguas a usar en la elaboración de especímenes de concreto.

Después de solicitar los análisis respectivos, la Dirección Regional De Salud, nos brinda envases de 1 litro para recoger las muestras de agua a usar, el cual debe estar limpio.

Al momento de recoger la muestra se debe enjuagar 3 veces el envase con el agua que se va a analizar, después de recogida la muestra, ésta se debe tapar y llevar al laboratorio de análisis, dentro de las 24 horas, para que sea válido el análisis.

Tabla n° 11. Ubicación de los puntos de agua utilizados.

| TIPO DE ELEMENTO  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS |             |        | COORDENADAS UTM – WGS84 17M |           |        |
|-------------------|-------------------------|-------------|--------|-----------------------------|-----------|--------|
|                   | $\varphi$               | $\lambda$   | Z      | E                           | N         | Z      |
| Agua potable      | 7° 9' 3.19"             | 78° 30' 18" | 2698 m | 775565 m                    | 9208828 m | 2698 m |
| Agua de manantial | 7° 10' 21"              | 78° 30' 49" | 2827 m | 7746601 m                   | 9207085 m | 2827 m |
| Agua de Canal     | 7° 11' 20"              | 78° 28' 19" | 2682 m | 779194 m                    | 9204582 m | 2682 m |
| Agua de río       | 7° 8' 38"               | 78° 31' 7"  | 2698 m | 774053 m                    | 9209615 m | 2698 m |

Fuente propia

Imagen n° 2. Recolección de muestras para ensayos físico químico del agua



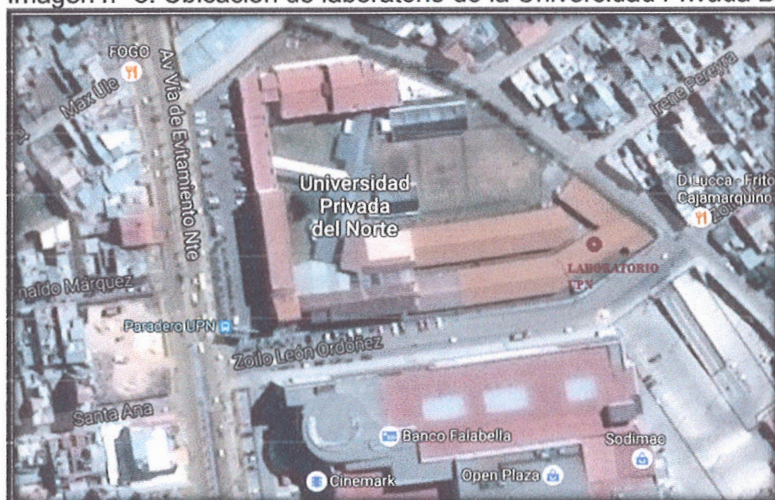
Fuente propia

### 3.3.2.4. Agua de reemplazo para elaboración del concreto

#### a. Agua Potable

El agua potable usada para la elaboración de los especímenes patrón del presente estudio, fue sustraída del laboratorio de concreto de la Universidad privada del Norte, la cual fue medida por un envase graduado según el requerimiento que nos brinda el diseño de mezcla. Sus coordenadas UTM son WGS84 17M E775565 N9208828 Z2698m.

Imagen n° 3. Ubicación de laboratorio de la Universidad Privada Del Norte.



Fuente: Google Maps

b. Agua de canal

El agua de canal usada para la elaboración de especímenes, fue sustraída del canal Huacariz, el punto está ubicado en el km 1.5 de la carretera a Jesús, sus coordenadas UTM son WGS84 17M E779194 N9204582 Z2682m.

Ésta agua es proveniente de las lagunas de oxidación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca. En su análisis físico químico, el agua cumple con los estándares indicados por la Norma Técnica Peruana 339.088, excepto en la cantidad de hierro recomendada.

El agua para los especímenes fue sustraída el día de la elaboración, ya que por recomendación del laboratorio está no podía reposar más de 24 horas, porque varía sus propiedades, fue recogida en bidones de agua mineral de 5 litros.

Imagen n° 3. Ubicación de Canal Huacariz.



Fuente: Google Maps



Imagen n° 4. Ubicación de Canal Huacariz.



Fuente: Google Maps

c. Agua de manantial

El agua de manantial usada para la elaboración de especímenes, fue sustraída del manantial La Doncella, el punto está ubicado en el Jr. Nicolás Arriola cuadra 1 a espaldas de la Universidad, sus coordenadas UTM son WGS84 17M E774601 N9207085 Z2827m

Ésta agua es proveniente de vertientes subterráneas. En su análisis físico químico, el agua cumple con los estándares indicados por la Norma Técnica Peruana 339.088, excepto en la cantidad de hierro recomendada.

El agua para los especímenes fue sustraída el día de la elaboración, ya que por recomendación del laboratorio está no podía reposar más de 24 horas, porque varía sus propiedades, fue recogida en bidones de agua mineral de 5 litros.

Imagen n° 5. Ubicación de manantial La Doncella.



Fuente: Google Maps

d. Agua de río

El agua de río usada para la elaboración de especímenes, fue sustraída del río Mashcón, puente Mollococha el punto está ubicado entre el Jr. Miguel Iglesias y el río Mashcón, sus coordenadas UTM son WGS84 17M E774053 N9209615 Z2698m.

Ésta agua es proveniente de cuencas de la zona, es de origen superficial. En su análisis físico químico, el agua cumple con los estándares indicados por la Norma Técnica Peruana 339.088, excepto en la cantidad de hierro recomendada.

El agua para los especímenes fue sustraída el día de la elaboración, ya que por recomendación del laboratorio está no podía reposar más de 24 horas, porque varía sus propiedades, fue recogida en bidones de agua mineral de 5 litros.

Imagen n° 6. Ubicación del punto extraído para agua de río.



Fuente: Google Maps

## 4. RESULTADOS

### INTRODUCCION

El presente capítulo se detallan los resultados obtenidos de los materiales a usar en la elaboración del concreto, cálculo de diseño de mezcla del concreto, ensayos físico químicos del agua y resultados de ensayo de compresión de los testigos de concreto.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1.1.Cemento

El cemento portland utilizado en la presente tesis es de la marca Pacasmayo del tipo I siendo este comercializado en la ciudad de Cajamarca.

#### 4.1.2.Cantera

Los agregados utilizados fueron extraídos de la cantera cuyos datos informativos se presentan a continuación:

- **DENOMINACIÓN** : Cantera del Rio Chonta "Acosta" – Baños del Inca

- **UBICACIÓN**

- **Distrito**: Baños del inca
- **Departamento**: Cajamarca
- **Provincia**: Cajamarca
- **Distrito**: Baños del inca
- **Distrito**: Baños del inca

Tabla n° 12. Ubicación de la cantera Acosta

| TIPO DE ELEMENTO | COORDENADAS GEOGRÁFICAS |            |        | COORDENADAS UTM – WGS84 17M |           |        |
|------------------|-------------------------|------------|--------|-----------------------------|-----------|--------|
|                  | $\varphi$               | $\lambda$  | Z      | E                           | N         | Z      |
| Cantera Acosta   | 7° 9' 43"               | 78° 28' 4" | 2662 m | 779648 m                    | 9207554 m | 2662 m |

Fuente propia

Imagen n° 7. Ubicación de la Cantera Acosta.



Fuente: Google Earth

- **TIPO:** Aluvial

#### 4.1.3. Resultados físico químicos del agua (anexo n° 1).

El agua usada para la presente dosificación y elaboración de testigos de concreto fue potable, de río, manantial y Canal de la ciudad de Cajamarca. Cuyos datos informativos de detallan a continuación:

Tabla n° 13. Resultados físico químicos de la muestra de agua de manantial La Doncella.

| AGUA DE MANANTIAL         |  |
|---------------------------|--|
| Procedencia de muestra    | Manantial la Doncella – agua subterránea |
| PH                        | 7.03                                     |
| conductividad             | 545.9                                    |
| Solidos totales disueltos | 258                                      |
| Turbidez                  | 2.39                                     |
| Hierro                    | 0.045                                    |
| Cobre                     | 0.018                                    |
| Nitrito                   | 0.0454                                   |
| Zin                       | 0.103                                    |
| Aluminio                  | 0.00                                     |

Fuente: Dirección Regional de Salud (DIRESA).

Tabla n° 14. Resultados físico químicos de la muestra de agua del canal Huacariz.

| AGUA DE CANAL             |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Procedencia de muestra    | Canal Huacariz – agua superficial |
| PH                        | 7.03                              |
| conductividad             | 551.1                             |
| Sólidos totales disueltos | 270.6                             |
| Turbidez                  | 621.00                            |
| Hierro                    | 1.370                             |
| Cobre                     | 0.862                             |
| Nitrito                   | 0.00                              |
| Zin                       | 0.599                             |
| Aluminio                  | 0.0760                            |

Fuente: Dirección Regional de Salud (DIRESA).

Tabla n° 15. Resultados físico químicos de la muestra de agua de río.

| AGUA DE RÍO               |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| Procedencia de muestra    | Río Mashcón – agua superficial |
| PH                        | 7.51                           |
| conductividad             | 366.1                          |
| Sólidos totales disueltos | 180.0                          |
| Turbidez                  | 56.10                          |
| Hierro                    | 1.26                           |
| Cobre                     | 0.144                          |
| Nitrito                   | 0.0076                         |
| Zin                       | 0.148                          |
| Aluminio                  | 0.0920                         |

Fuente: Dirección Regional de Salud (DIRESA).

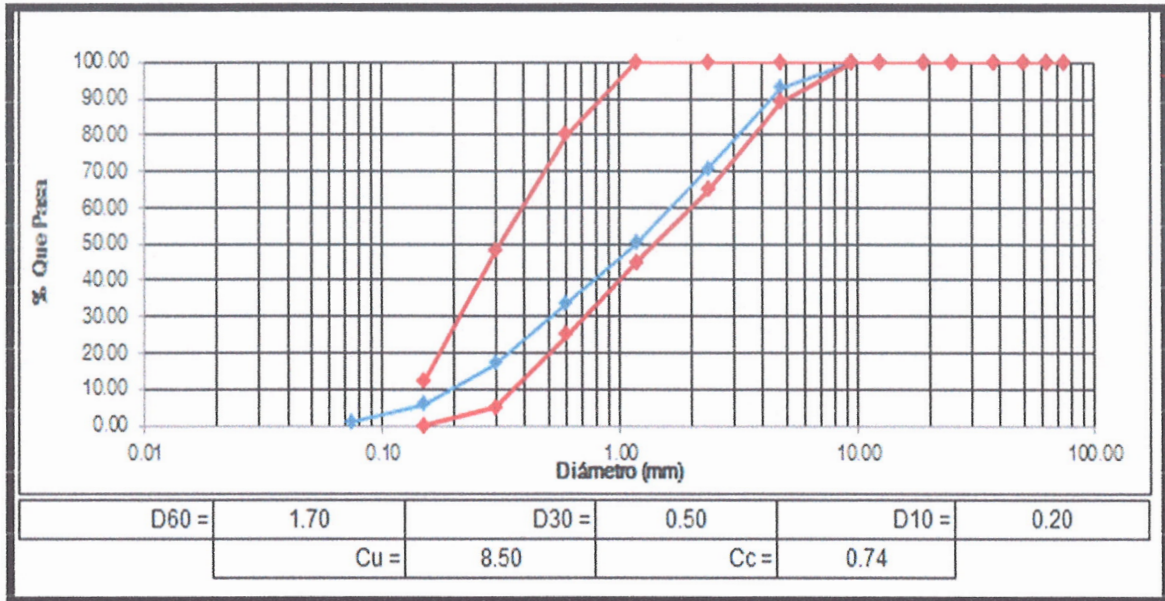
#### 4.1.4. Resumen de las características de los agregados (anexo n° 2).

Tabla n° 16. Resultados de las características mecánicas de los agregados.

| Descripción                        | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Módulo de Finura:                  | 3.29          | 6.73            |
| Tamaño Máximo Nominal:             | -             | ¾"              |
| Peso Unitario Seco y Suelto:       | 1566          | 1319            |
| Peso Unitario Seco y Compactado:   | 1688          | 1432            |
| Peso Específico de los Sólidos:    | 2.59          | 2.63            |
| Contenido Natural de Humedad (w%): | 2.69          | 0.65            |
| Porcentaje de Absorción (%):       | 2.14          | 1.05            |
| Abrasión (%):                      | -             | 17.06           |

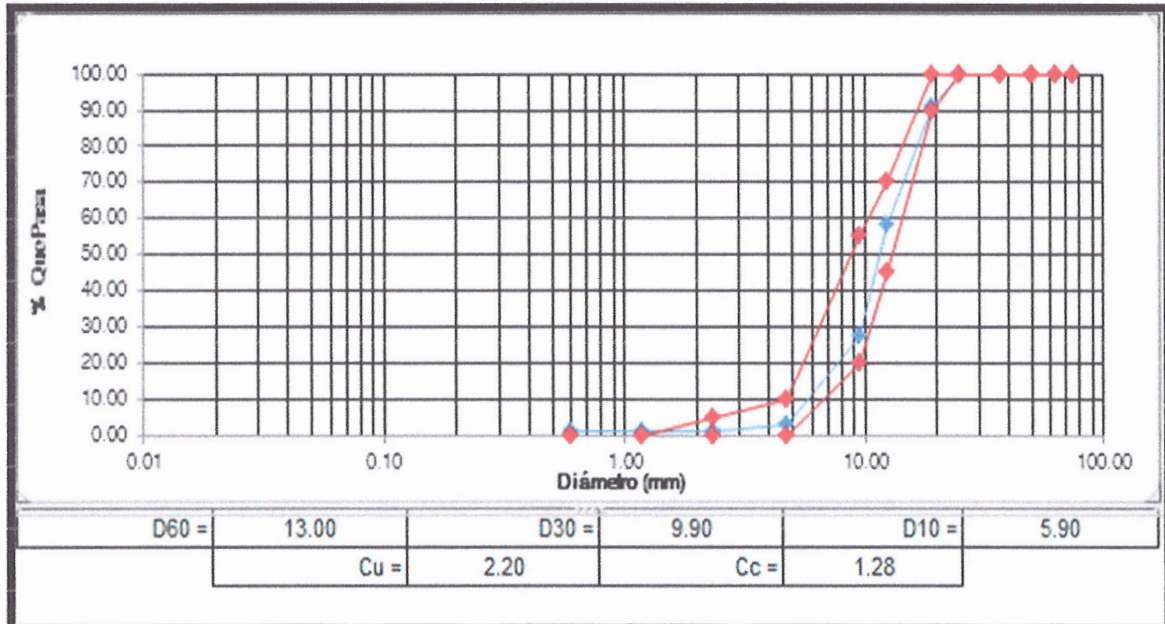
Fuente propia.

Figura n° 1. Curva de distribución granulométrica del agregado fino.



Fuente propia.

Figura n° 2. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso.



Fuente propia.

#### 4.1.5. Resultados de diseños de mezcla realizados (anexo n° 3).

Tabla n° 17. Resultados de las características mecánicas de los agregados.

| VALORES DE DISEÑO PUESTO EN OBRA |        |                   |
|----------------------------------|--------|-------------------|
| Cemento                          | 344.64 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado fino húmedo             | 891.20 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado grueso húmedo           | 889.36 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Agua efectiva                    | 188.10 | lt/m <sup>3</sup> |

Fuente propia.

#### 4.1.6. Resultados de ensayos de compresión a diferentes edades por tipo de agua (anexo n° 4).

En el presente acápite, se muestra los cuadros representativos del análisis de los resultados de la resistencia de los concretos a compresión según su tipo de agua respecto a sus distintas edades (7, 14 y 28, días).

Se empleó para el diseño de mezclas el método del ACI y se calculó la resistencia a compresión según la NTP339.34-2008.

$$\sigma = F/A \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

A continuación mostramos los resultados:

Tabla n° 18. Resultados de ensayos a compresión axial de muestra patrón (agua potable).

| CÓDIGO | DÍAS DE CURADO Y ROTURA | DIMENSIONES   |             | CARGA ÚLTIMA (kg) | ESFUERZO ÚLTIMO (kg/cm <sup>2</sup> ) | ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) | % DE RESISTENCIA |
|--------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------|---------------------------------------|---|------------------|
|        |                         | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) |                   |                                       |   |                  |
| PP1    | 7                       | 15.00         | 30.00       | 36182             | 204.75                                | 196.04                                  | 93.35            |
| PP2    | 7                       | 15.00         | 30.00       | 32133             | 181.84                                |   |                  |
| PP3    | 7                       | 15.00         | 30.00       | 35615             | 201.54                                |   |                  |
| PP4    | 14                      | 14.50         | 30.00       | 28871             | 174.84                                | 202.63                                  | 96.49            |
| PP5    | 14                      | 14.80         | 30.00       | 36197             | 210.41                                |   |                  |
| PP6    | 14                      | 15.40         | 30.00       | 41470             | 222.64                                |   |                  |
| PP7    | 28                      | 14.60         | 30.00       | 38935             | 232.57                                | 240.63                                  | 114.58           |
| PP8    | 28                      | 14.50         | 30.00       | 40763             | 246.85                                |   |                  |
| PP9    | 28                      | 14.80         | 30.00       | 41711             | 242.46                                |   |                  |

Fuente propia.

Tabla n° 19. Resultados de ensayos a compresión axial de muestra con agua de canal (canal Huacariz).

| CÓDIGO | DÍAS DE CURADO Y ROTURA | DIMENSIONES   |             | CARGA ÚLTIMA (kg) | ESFUERZO ÚLTIMO (kg/cm <sup>2</sup> ) | ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> ) | % DE RESISTENCIA |
|--------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------|---------------------------------------|---|------------------|
|        |                         | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) |                   |                                       |   |                  |
| PC1    | 7                       | 15.40         | 30.00       | 33368             | 179.14                                | 185.80                                  | 88.47            |
| PC2    | 7                       | 15.60         | 30.00       | 36516             | 191.05                                |   |                  |
| PC3    | 7                       | 15.30         | 30.00       | 34417             | 187.20                                |   |                  |





|     |    |       |       |       |        |        |       |
|-----|----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| PC4 | 14 | 15.00 | 30.00 | 32931 | 186.36 | 192.34 | 91.59 |
| PC5 | 14 | 14.80 | 30.00 | 34897 | 202.85 |        |       |
| PC6 | 14 | 14.80 | 30.00 | 32313 | 187.83 |        |       |
| PC7 | 28 | 15.40 | 30.00 | 38340 | 205.84 | 205.01 | 97.62 |
| PC8 | 28 | 15.40 | 30.00 | 37546 | 201.57 |        |       |
| PC9 | 28 | 14.80 | 30.00 | 35718 | 207.62 |        |       |

Fuente propia.

Tabla n° 20. Resultados de ensayos a compresión axial de muestra con agua de manantial (manantial la doncella).

| CÓDIGO | DÍAS DE CURADO Y ROTURA | DIMENSIONES   |             | CARGA ÚLTIMA (kg) | ESFUERZO ÚLTIMO ( $\text{kg/cm}^2$ ) | ESFUERZO PROMEDIO ( $\text{kg/cm}^2$ ) | % DE RESISTENCIA |
|--------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------|--------------------------------------|--|------------------|
|        |                         | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) |                   |                                      |  |                  |
| PM1    | 7                       | 15.00         | 30.00       | 38705             | 219.03                               | 210.33                                 | 100.16           |
| PM2    | 7                       | 15.60         | 30.00       | 39273             | 205.47                               |  |                  |
| PM3    | 7                       | 15.60         | 30.00       | 39467             | 206.49                               |  |                  |
| PM4    | 14                      | 15.00         | 30.00       | 32838             | 185.83                               | 199.70                                 | 95.10            |
| PM5    | 14                      | 14.60         | 30.00       | 31131             | 185.95                               |  |                  |
| PM6    | 14                      | 14.60         | 30.00       | 38058             | 227.33                               |  |                  |
| PM7    | 28                      | 14.50         | 30.00       | 53500             | 323.99                               | 282.12                                 | 134.34           |
| PM8    | 28                      | 15.00         | 30.00       | 53429             | 302.35                               |  |                  |
| PM9    | 28                      | 15.00         | 30.00       | 38882             | 220.03                               |  |                  |

Fuente propia.

Tabla n° 21. Resultados de ensayos a compresión axial de muestra con agua de río (río Mashcón).

| CÓDIGO | DÍAS DE CURADO Y ROTURA | DIMENSIONES   |             | CARGA ÚLTIMA (kg) | ESFUERZO ÚLTIMO ( $\text{kg/cm}^2$ ) | ESFUERZO PROMEDIO ( $\text{kg/cm}^2$ ) | % DE RESISTENCIA |
|--------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------|--------------------------------------|--|------------------|
|        |                         | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) |                   |                                      |  |                  |
| PR1    | 7                       | 15.40         | 30.00       | 37334             | 200.43                               | 205.10                                 | 97.67            |
| PR2    | 7                       | 15.40         | 30.00       | 38992             | 209.34                               |  |                  |
| PR3    | 7                       | 15.30         | 30.00       | 37789             | 205.54                               |  |                  |
| PR4    | 14                      | 15.00         | 30.00       | 27351             | 154.77                               | 164.12                                 | 78.15            |
| PR5    | 14                      | 14.60         | 30.00       | 26229             | 156.67                               |  |                  |
| PR6    | 14                      | 14.80         | 30.00       | 31125             | 180.92                               |  |                  |
| PR7    | 28                      | 15.20         | 30.00       | 42076             | 231.88                               | 226.17                                 | 107.70           |
| PR8    | 28                      | 15.30         | 30.00       | 42363             | 230.42                               |  |                  |
| PR9    | 28                      | 15.40         | 30.00       | 40275             | 216.22                               |  |                  |

Fuente propia.

Tabla n° 22. Resultados de ensayos a compresión axial promedio de muestras a diferentes días de curado.

| EDAD    | RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL PROMEDIO ( $\text{kg/cm}^2$ ) |               |                   |             |
|---------|--|---------------|-------------------|-------------|
|         | Agua potable   | Agua de canal | Agua de manantial | Agua de río |
| 7 DÍAS  | 196.04   | 185.80        | 210.33            | 205.10      |
| 14 DÍAS | 202.63   | 192.34        | 199.70            | 164.12      |
| 28 DÍAS | 240.63   | 205.01        | 282.12            | 226.17      |

Fuente propia.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Introducción

En el presente capítulo se comparan y se analizan los resultados obtenidos a través de los diferentes ensayos realizados, buscando sus interacciones y variaciones, que expresados en cuadros y gráficos nos proporcionarían datos suficientes para formular las conclusiones y recomendaciones.

### 5.2. De los agregados usados

#### 5.2.1. Agregado fino

Un agregado fino con partículas de forma redondeada y textura suave (mayormente de procedencia aluvial) como tenemos en ésta tesis ha demostrado que requiere menos agua de mezclado. De éste modo confirmamos lo dicho por Tejada en su tesis “Estudio de la influencia de materiales muy finos de los agregados en la resistencia a compresión del concreto”

Una óptima granulometría del árido fino es determinante por su requerimiento de agua, más que por el acomodamiento físico; La experiencia indica que las arenas con un módulo de finura (MF) inferior a 2.5 dan concretos con consistencia pegajosa, haciéndolo difícil de compactar. Arenas con un módulo de finura de 3.0 a 3.5 han dado los mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencia a la compresión, habiendo sido verificada en éste estudio.

#### 5.2.2. Agregado grueso

Tejada en su tesis “Estudio de la influencia de materiales muy finos de los agregados en la resistencia a compresión del concreto” ha demostrado que para una resistencia a la compresión alta con un elevado contenido de cemento y baja relación agua-cemento el tamaño máximo de agregado debe mantenerse en el mínimo posible ( $3/4"$  a  $1/2"$ ); razón por la cual en éste estudio nos mantenemos en ese rango.

Las fuerzas de vínculo dependen de la forma y textura superficial del agregado grueso, de la reacción química entre los componentes de la pasta de cemento y los agregados. La resistencia de agregado grueso en éste ensayo es buena ya que cumple con las especificaciones de la norma NTP400.019.

El agregado ideal debe ser limpio, cúbico, anguloso, triturado 100%, con un mínimo de partículas planas y elongadas, además debe ser resistente.

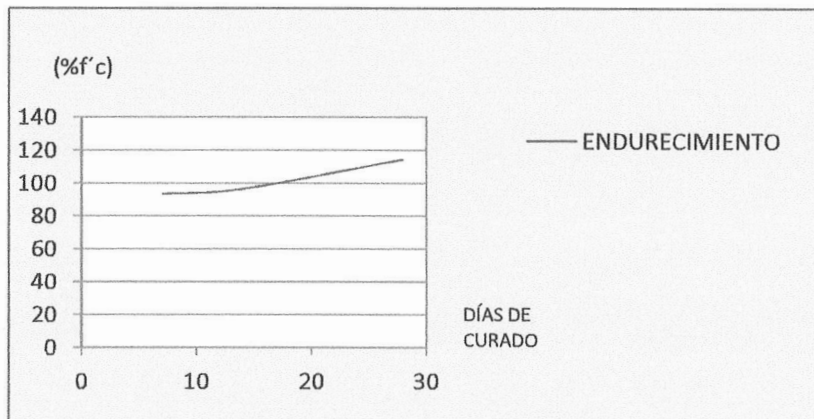
### 5.3. Del tipo de agua

#### 5.3.1. Agua usada en las mezclas

Lo ideal para una buena mezcla de concreto y para lograr buenas resistencias, es emplear agua potable como lo especifica la norma NTP339.183; especificaciones que muchas veces en obra no se cumple por ser inaccesible.

Los especímenes elaborados como muestra patrón con agua potable, cumplen con las características para las cuales han sido elaboradas. En el gráfico que se muestra a continuación vemos el crecimiento que tienen los especímenes respecto a los días de curado; logrando un porcentaje mayor al de la resistencia diseñada, lo cual nos muestra que el diseño de mezclas está cumpliendo con el propósito y el agua potable es de gran influencia en éste, tal como nos especifica la norma.

Gráfico n° 3. Porcentaje de resistencia en el tiempo – especímenes con agua potable.



Fuente propia.

Según la NTP 339.088 el agua para concreto debe cumplir las siguientes características:

Tabla n° 23. Límites permisibles para el agua en el concreto NTP 339.088.

| Descripción                         | Parámetros   |
|-------------------------------------|--------------|
| Contenido de residuos sólidos (ppm) | Menor 5000   |
| PH                                  | 5.5 – 8.00   |
| Sulfatos (ppm)                      | Menor a 600  |
| Cloruros (ppm)                      | Menos a 1000 |
| Carbonatos y Bicarbonatos (ppm)     | Mayor a 1000 |
| Hierro (ppm)                        | 1.00         |

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088.

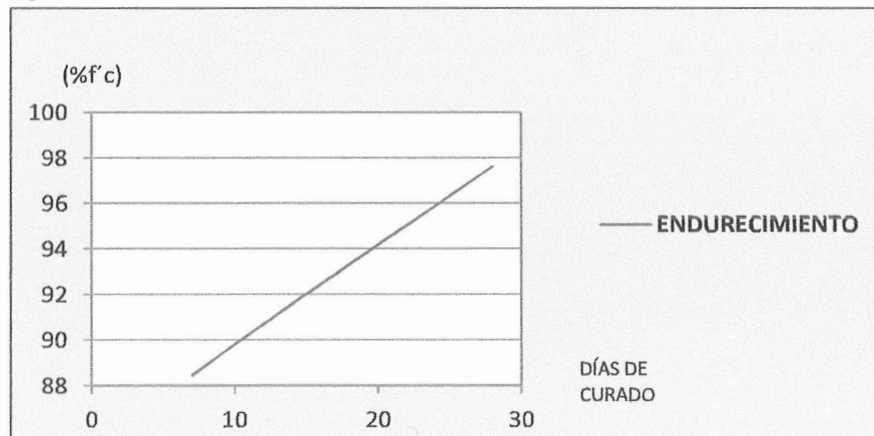
Tabla n° 24. Comparación de aguas con la Norma NTP 339.088.

| Descripción                         | Parámetros norma | Agua de manantial | Agua de canal | Agua de río | Verificación |
|-------------------------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|
| Contenido de residuos sólidos (ppm) | Menor 5000       | 258               | 270.6         | 180.0       | Cumplen      |
| PH                                  | 5.5 – 8.00       | 7.03              | 7.03          | 7.51        | Cumplen      |
| Sulfatos (ppm)                      | Menor a 600      | -                 | -             | -           | -            |
| Cloruros (ppm)                      | Menos a 1000     | 100               | 621.00        | 366.1       | Cumplen      |
| Carbonatos y Bicarbonatos (ppm)     | Mayor a 1000     | 545.9             | 551.1         | 56.10       | Cumplen      |
| Fierro (ppm)                        | 1.00             | 0.45              | 1.37          | 1.26        | No cumplen   |

Fuente propia

El agua de canal empleada en la elaboración de especímenes para comparación con la muestra patrón cumple con las características establecidas con la norma, teniendo como PH un valor de 7.03, el cual está en el rango; los sólidos disueltos en el agua de canal es 270.06, el cual también está debajo del límite. La cantidad de fierro encontrado en el agua de canal es 1.370 ppm, mayor a lo especificado por la norma, lo cual nos indica que al momento de fraguado en los primeros días ésta tiene mayor cantidad de calor y si no es debidamente controlada bajaría la resistencia de los especímenes. El fraguado en los especímenes elaborado con agua de canal fue más acelerado, pero no llegó a la resistencia especificada. A continuación mostramos el endurecimiento de éstos especímenes en el tiempo.

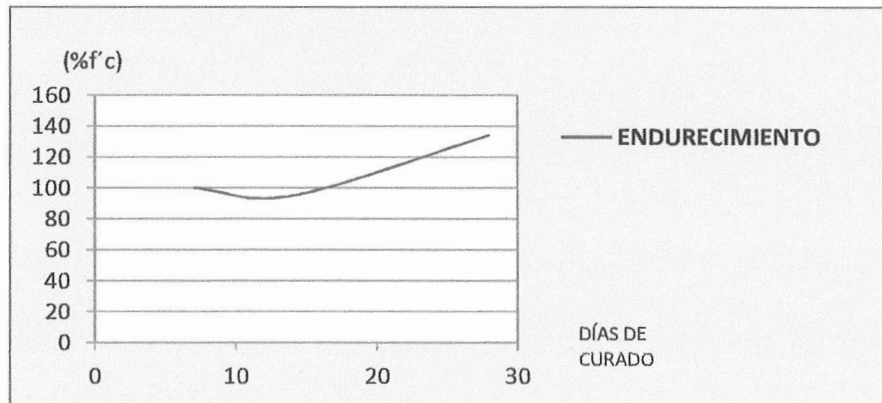
Gráfico n° 4. Porcentaje de resistencia en el tiempo – especímenes con agua del canal Huacaríz.



Fuente propia.

El agua de manantial empleado cumple con todas las especificaciones de la norma, excepto en la cantidad de hierro que es menor a la permisible. La cantidad de hierro en el agua indica la cantidad de calor que tendrá el concreto al momento de fraguar, en este caso las probetas con agua de canal tardaron en fraguar mucho más que las de la muestra patrón, teniendo que desencofrar a las 28 horas después de haber sido elaboradas. A continuación mostramos el gráfico del curado en el tiempo, en donde observamos que a los 14 días los especímenes han descendido su resistencia, esto se debe que fueron elaboradas en distintos días y se hizo un reajuste por humedad. Pero a pesar de las circunstancias los especímenes con ésta agua lograron sobrepasar la resistencia especificada, logrando incluso ser mayor a la muestra patrón.

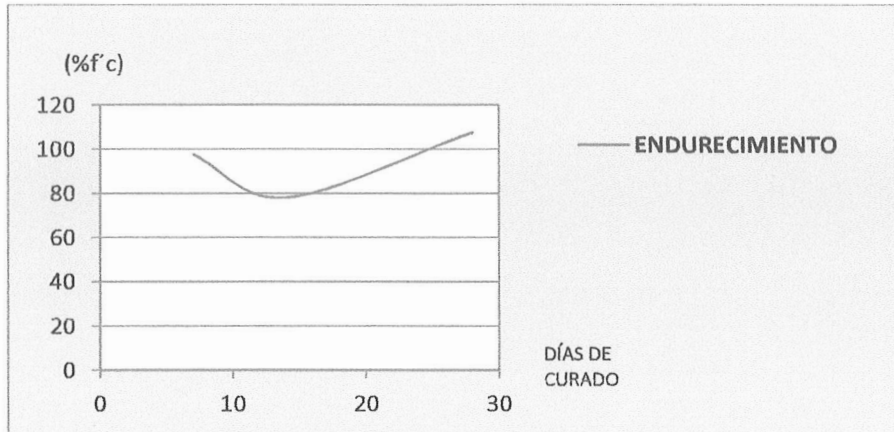
Gráfico n° 5. Porcentaje de resistencia en el tiempo – especímenes con agua del manantial La Doncella.



Fuente propia.

El agua de río tiene características similares al agua de canal, cumpliendo también con los estándares de la norma. Sucedió lo mismo que con las probetas de manantial en el proceso de endurecimiento, cabe resaltar que éstos especímenes tuvieron mayor cantidad de calor por el hierro existente en ella de 1.26 ppm. A continuación mostramos la gráfica en el tiempo de éstos especímenes.

Gráfico n° 6. Porcentaje de resistencia en el tiempo – especímenes con agua del río Mashcon.



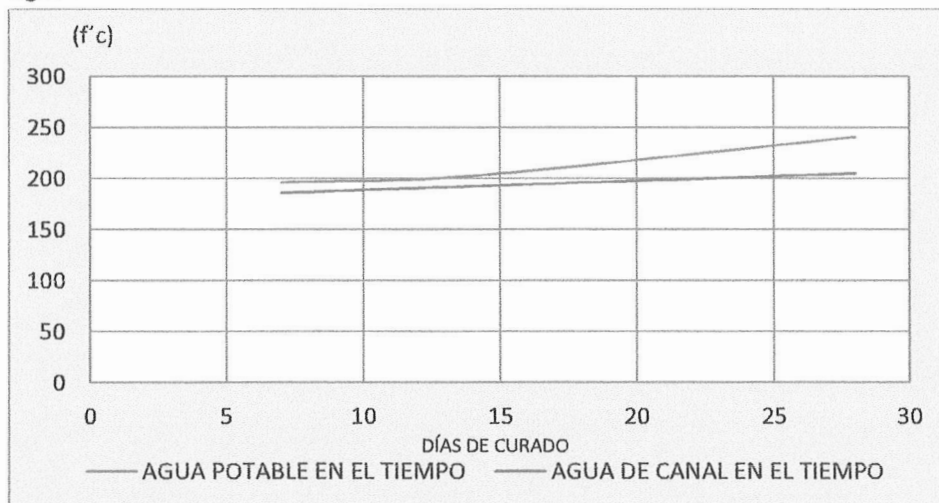
Fuente propia.

#### 5.4. De los ensayos a compresión axial

##### 5.4.1. Agua potable versus agua de canal

A continuación mostramos el gráfico donde notamos que la muestra patrón es más efectiva, siendo mayor en un 16.96% en su resistencia a los 28 días. El agua de canal no llega a la resistencia de diseño.

Gráfico n° 7. Comportamiento de la resistencia entre el agua potable versus el agua de canal.

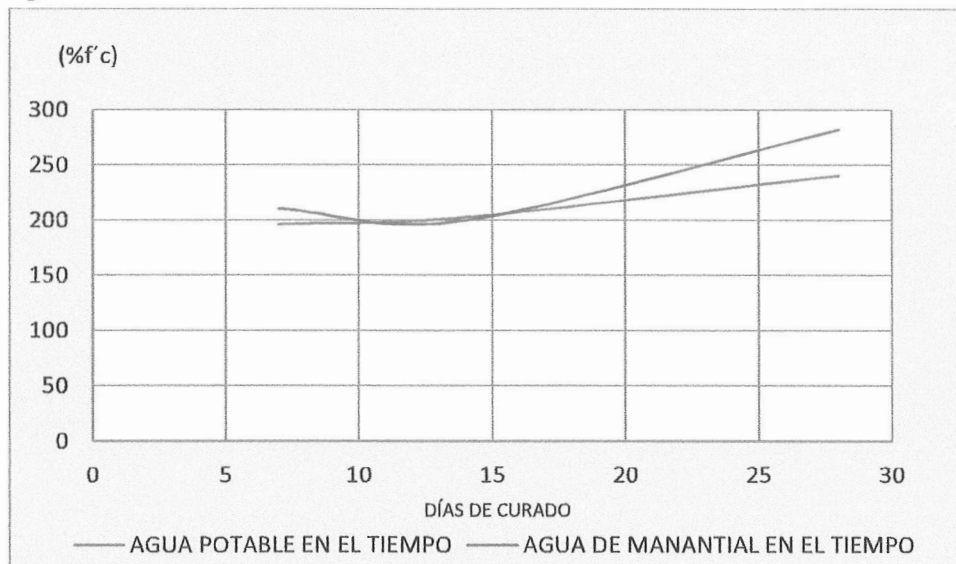


Fuente propia.

#### 5.4.2. Agua potable versus agua de manantial

A continuación mostramos la comparación de los especímenes con agua potable y agua de manantial en el tiempo, del cual podemos rescatar que el agua de manantial tiene buenas propiedades las cuales hacen que su resistencia sea mayor en 19.76% a los especímenes de la muestra patrón a los 28 días de curado.

Gráfico n° 8. Comportamiento de la resistencia entre el agua potable versus el agua de manantial.

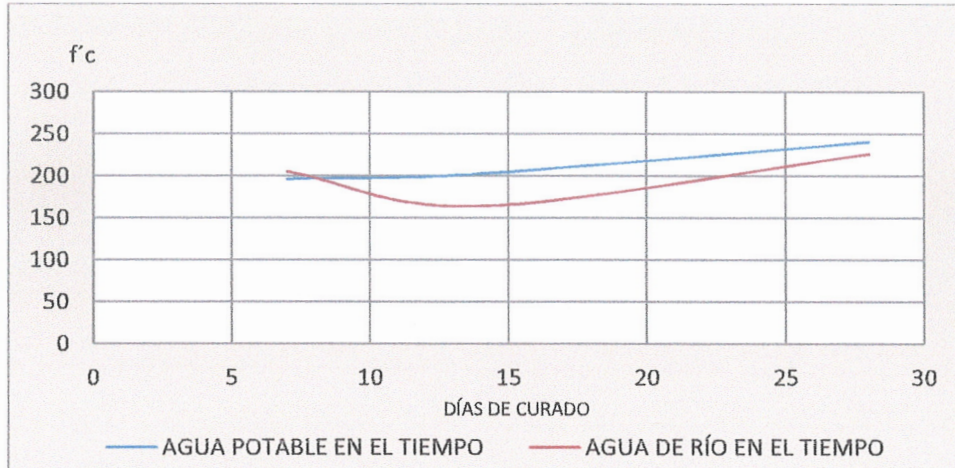


Fuente propia.

#### 5.4.3. Agua potable versus agua de río

En la comparación de los especímenes de agua potable con agua de río, podemos notar claramente la diferencia en resistencia a la compresión. Sin darle de menos a los especímenes con agua de río ya que cumplen su resistencia a los 28 días, podemos notar que es menor en un 6.88% a los especímenes patrón del diseño.

Gráfico n° 9. Comportamiento de la resistencia entre el agua potable versus el agua del río Mashcón.

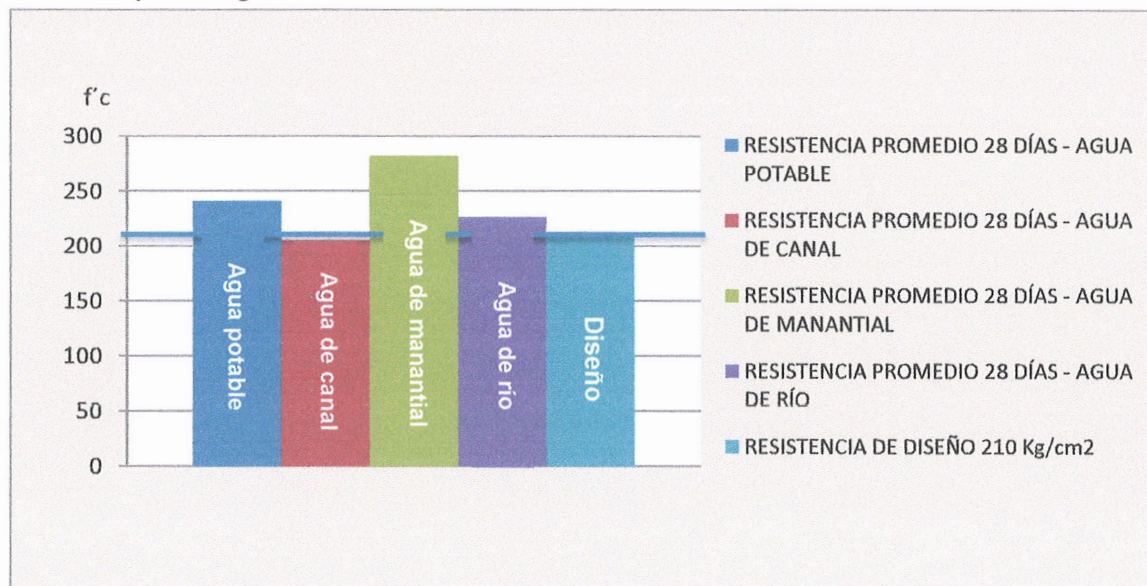


Fuente propia.

#### 5.4.4. Mayores resistencias

Como podemos observar en el gráfico la línea de mayor tendencia a los 28 días es el de los especímenes con agua de manantial (color verde), seguido por la muestra patrón (agua potable – color azul). La resistencia de menor resultado es la que está debajo de la resistencia de diseño (agua de canal – color rojo)

Gráfico n° 10. Comportamiento de la resistencia del concreto comparado con todos los tipos de agua.



Fuente propia.



## CONCLUSIONES

- De los datos obtenidos se concluye que la hipótesis planteada se verifica parcialmente ya que sólo las muestras utilizando agua de manantial y de río incrementan más del 10% planteado en la hipótesis, mientras que las muestras con agua de canal disminuye en 2.38% respecto al diseño propuesto.
- En el análisis físico químico de las aguas usadas cumplen con los parámetros de la norma NTP 339.088, excepto en la cantidad de hierro.
- La resistencia a compresión axial promedio para los diferentes tipos de agua a los 28 días son:

|                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| Agua potable:      | 240.63 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Agua de canal:     | 205.01 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Agua de manantial: | 282.12 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Agua de río:       | 226.17 kg/cm <sup>2</sup> |
- Los agregados de la cantera “Acosta” – Baños del inca, son ideales para la construcción en la provincia de Cajamarca, ya que tienen características que cumplen y se rigen con los reglamentos existentes.

## RECOMENDACIONES

- Ampliar la tesis con otros indicadores como la temperatura de fraguado y curado del concreto.
- Ampliar la tesis usando otros tipos de agua como: industriales, pluviales que no cumplan con la normativa y evaluar la influencia.
- Ampliar la tesis comparando el uso de diferentes tipos de agua y diferentes canteras ubicadas en la ciudad de Cajamarca.
- Se recomienda investigar la resistencia a compresión axial de concreto, utilizando muestras de agua que se vienen usando en las diversas edificaciones de Cajamarca.

## REFERENCIAS

1. Hernández, M. (2006). "Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis doctorales" (4ª ed). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.
2. Porrero, J. Ramos, C. Grases, J. Velazco, G. (2009). "Manual de Concreto Estructural" (3a ed). Editorial Sidetur. Caracas, Venezuela.
3. A. M. Neville y J. J. Brooks (1998). "Tecnología del Concreto" (1era ed). Editorial Trillas, México.
4. Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Pamarese y Jussara Tanesi. (2004). "Diseño y Control de Mezclas de Concreto" (1era ed). Portland Cement Association, E.E.U.U.
5. Rodríguez B. (2014). Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto convencional no estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo. Perú.
1. Orozco y Palacio O. (2015). "Influencia de las características del agua subterránea en la resistencia de las unidades de mampostería de concreto con perforaciones verticales de fabricación artesanal. caso de estudio: Villanueva, Bolívar". Colombia.
2. Díaz, Ríos, Murga y Robles D. (2014). "Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto convencional no estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo". Perú.
3. Tejada T. (2013). "Estudio de la influencia de materiales muy finos de los agregados en la resistencia a compresión del concreto". Perú.
4. Norma ASTM C 33: Especificación Normalizada de Agregados para Concreto.
5. Norma ASTM C 150: Especificación Normalizada para Cemento Portland
6. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2009). Norma Técnica de Edificación E-060 Concreto Armado. Lima.
7. Normas NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado, para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, Perú

8. Norma NTP 339.088 (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Requisitos. Lima, Perú.
9. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (a). Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009. (2013). CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. Lima, Perú.
10. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (b). Norma Técnica Peruana (NTP) 339.034. (2008) (revisada 2013). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, Perú.
11. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (c). Norma Técnica Peruana (NTP) 339.046. (2008) (revisada 2013). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Lima, Perú.
12. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2006). (d). NTP 339.047.2006. HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados. Lima, Perú.
13. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2006). (e). NTP 339.088.2006 HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. Lima, Perú.
14. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (f). NTP 339.183.2013. HORMIGÓN. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Lima, Perú.
15. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (g). NTP 339.185.2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable del agregado por secado. Lima, Perú.
16. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2011). (h). NTP 400.010.2011 AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras. Lima, Perú.

17. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (i). NTP 400.011.2008 (revisada el 2013) AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). Lima, Perú.
18. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (j). NTP 400.012.2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú.
19. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2011). (k). NTP 400.017.2011 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. Lima, Perú.
20. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (l). NTP 400.018.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado  $75\mu$  (N° 200). Lima, Perú.
21. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2002). (m). NTP 400.019.2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores para abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. Lima, Perú.
22. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (o). NTP 400.021.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Lima, Perú.
23. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) (2013). (p). NTP 400.022.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima, Perú.

## ANEXOS

**Anexo n° 1. Análisis físico químico de aguas.**



LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL  
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS  
INFORME DE ENSAYO N° 167 – 2016

|   |
|---|
| <b>Solicitante:</b> Iván Rogelio Vargas Sánchez |
| <b>Dirección:</b> Cajamarca                     |

| DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante) | CONTROL DE LABORATORIO                            |
|---|---|
| Procedencia de la muestra: Agua Superficial   | Fecha/hora de recepción: 18/04/2016 – 15:58 h.    |
| Fecha/hora de muestreo: 18/04/2016 – 14:30 h. | Fecha de inicio del ensayo: 18/04/2016 – 14:30 h. |
| Muestreado por: Iván Rogelio Vargas Sánchez   | Comprobante de pago: Exonerado                    |
| Localidad: Cajamarca                          | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                        |
| Distrito: Cajamarca                           | Código de Laboratorio: 365                        |
| Provincia: Cajamarca                          | Código dado por el Solicitante: -----             |
| Departamento: Cajamarca                       | Punto de muestreo: Río Mashcon                    |

| Ensayos                                      | Resultados | LMP DEL D.S. N° 015-2015-MINAM<br>"Modifican los<br>Estandares<br>Nacionales de<br>Calidad Ambiental<br>para Agua" | Método de ensayo   |
|--|------------|--|--|
| pH (21.5°C)                                  | 7.51       | 6.5 – 8.5  | Método electrométrico. Parte 4500-H-B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Ed.      |
| Conductividad (uS/cm)                        | 366.1      | 1500   | Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Edition.    |
| Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)         | 180.0      | 1000   | Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Ed.                  |
| Turbidez (UNT)                               | 56.10      | 5  | SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,  |
| Cloro (mg/l)                                 | -          | -  | Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas               |
| Sulfatos SO <sub>4</sub> (mg/l)              | -          | 250  | Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                |
| Hierro Fe (mg/l)                             | 1.260      | 0.3  | Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.                 |
| Cobre: Cu (mg/l)                             | 0.144      | 2  | Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)     |
| Cromo Cr <sup>6+</sup> (mg/l)                | -          | 0.05   | 1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas. |
| Nitrito: NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | 0.0076     | 3  | Diazotization Method (Powder Pillows or Accu Vac Ampuls)                               |
| Nitrato: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | -          | 50   | Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or Accu Vac Ampuls)                           |
| Zin: (Zn) (mg/l)                             | 0.148      | 3  | Zincon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                     |
| Aluminio: (Al) (mg/l)                        | 0.0920     | 0.9  | Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                   |



Cajamarca, 22 de Abril de 2016



Jorge Parazar Cabanar  
810.080  
C.B.P. 351





**LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL  
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS  
INFORME DE ENSAYO N° 168 – 2016**

|  |
|--|
| Solicitante: Iván Rogelio Vargas Sánchez |
| Dirección: Cajamarca                     |

| DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante) | CONTROL DE LABORATORIO                            |
|---|---|
| Procedencia de la muestra: Agua Superficial   | Fecha/hora de recepción: 18/04/2016 – 15:58 h.    |
| Fecha/hora de muestreo: 18/04/2016 – 15:45 h. | Fecha de inicio del ensayo: 18/04/2016 – 14:30 h. |
| Muestreado por: Iván Rogelio Vargas Sánchez   | Comprobante de pago: Exonerado                    |
| Localidad: Huacariz                           | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                        |
| Distrito: Cajamarca                           | Código de Laboratorio: 366                        |
| Provincia: Cajamarca                          | Código dado por el Solicitante: -----             |
| Departamento: Cajamarca                       | Punto de muestreo: Canal Huacariz                 |

| Ensayos                                      | Resultados | LMP DEL D.S. N° 015-2015-MINAM<br>"Modifican los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua" | Método de ensayo   |
|--|------------|--|--|
| pH (21.6°C)                                  | 7.03       | 6.5 – 8.5  | Método electrométrico. Parte 4500-H-B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Ed.      |
| Conductividad (uS/cm)                        | 551.1      | 1500   | Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Edition.    |
| Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)         | 270.6      | 1000   | Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Ed.                  |
| Turbidez (UNT)                               | 621.00     | 5  | SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,  |
| Cloro (mg/l)                                 | -          | -  | Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas               |
| Sulfatos SO <sub>4</sub> (mg/l)              | -          | 250  | Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                |
| Hierro Fe (mg/l)                             | 1.370      | 0.3  | Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.                 |
| Cobre: Cu (mg/l)                             | 0.862      | 2  | Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)     |
| Cromo Cr <sup>6+</sup> (mg/l)                | -          | 0.05   | 1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas. |
| Nitrito: NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | 0.0000     | 3  | Diazotization Method (Powder Pillows or Accu Vac Ampuls)                               |
| Nitrato: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | -          | 50   | Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or Accu Vac Ampuls)                           |
| Zin: (Zn) (mg/l)                             | 0.599      | 3  | Zincon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                     |
| Aluminio: (Al) (mg/l)                        | 0.0760     | 0.9  | Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                   |



Cajamarca, 22 de Abril de 2016



*Jorge Salazar Cabanes*  
Jorge Salazar Cabanes  
BIOLOGO  
C.B.P. 35\*



LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL  
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS  
INFORME DE ENSAYO N° 166 – 2016

Solicitante: Iván Rogelio Vargas Sánchez  
Dirección: Cajamarca

| DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante) | CONTROL DE LABORATORIO                            |
|---|---|
| Procedencia de la muestra: Agua Subterránea   | Fecha/hora de recepción: 18/04/2016 – 15:58 h.    |
| Fecha/hora de muestreo: 18/04/2016 – 15:12 h. | Fecha de inicio del ensayo: 18/04/2016 – 14:30 h. |
| Muestreado por: Iván Rogelio Vargas Sánchez   | Comprobante de pago: Exonerado                    |
| Localidad: Cajamarca                          | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                        |
| Distrito: Cajamarca                           | Código de Laboratorio: 364                        |
| Provincia: Cajamarca                          | Código dado por el Solicitante: -----             |
| Departamento: Cajamarca                       | Punto de muestreo: Manantial La Doncella          |

| Ensayos                                      | Resultados | LMP DEL D.S. N° 015-2015-MINAM "Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua" | Método de ensayo   |
|--|------------|---|--|
| pH (21.4°C)                                  | 7.03       | 6.5 – 8.5   | Método electrométrico. Parte 4500-H-B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Ed.      |
| Conductividad (uS/cm)                        | 545.9      | 1500  | Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Edition.    |
| Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)         | 258.0      | 1000  | Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 20 <sup>TH</sup> Ed.                  |
| Turbidez (UNT)                               | 2.39       | 5   | SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,  |
| Cloro (mg/l)                                 | -          | -   | Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas               |
| Sulfatos SO <sub>4</sub> (mg/l)              | -          | 250   | Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                |
| Hierro Fe (mg/l)                             | 0.045      | 0.3   | Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.                 |
| Cobre: Cu (mg/l)                             | 0.018      | 2   | Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)     |
| Cromo Cr <sup>6+</sup> (mg/l)                | -          | 0.05  | 1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas. |
| Nitrito: NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | 0.0454     | 3   | Diazotization Method (Powder Pillows or Accu Vac Ampuls)                               |
| Nitrato: NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | -          | 50  | Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or Accu Vac Ampuls)                           |
| Zin: (Zn) (mg/l)                             | 0.103      | 3   | Zincon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                     |
| Aluminio: (Al) (mg/l)                        | 0.0000     | 0.9   | Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas                   |



Cajamarca, 22 de Abril de 2016



Jorge Salazar Cabanes  
BIOLOGO  
CBP 35'

## **Anexo n.º 2. Características mecánicas de los agregados.**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**  
**A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012**

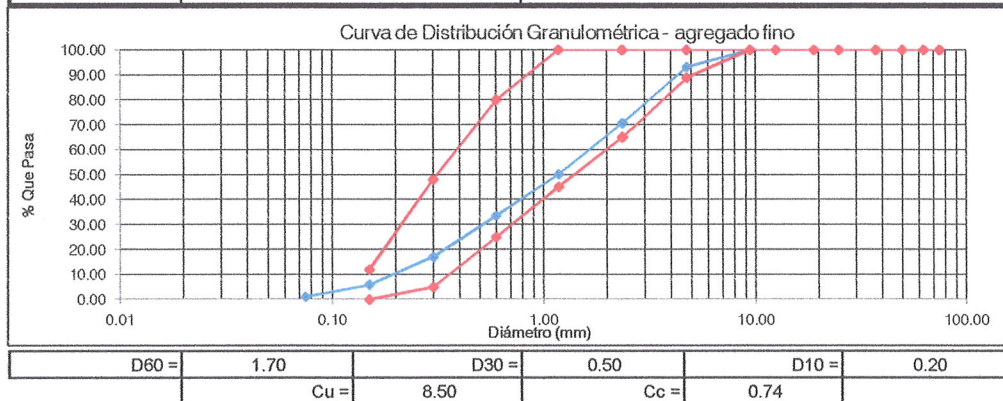
**TESIS :** "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

**TESISTA :** IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

**ASESOR :** ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

**CANTERA :** ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| PESO SECO INICIAL =                            |                      | 1876.00 gr.           |                     | MÓDULO DE FINURA | 3.29                |
|--|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) = |                      | 21.00 gr.             |                     |                  |                     |
| TAMIZ N°                                       | ABERTURA TAMIZ (mm.) | PESO RETENIDO PARCIAL | PORCENTAJE RETENIDO |                  | PORCENTAJE QUE PASA |
|  |                      |                       | PARCIAL             | ACUMULADO        |                     |
| 3"   | 75.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 2 1/2"   | 63.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 2"   | 50.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 1 1/2"   | 37.50                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 1"   | 25.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 3/4"   | 19.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 1/2"   | 12.50                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 3/8"   | 9.50                 | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| N° 4   | 4.75                 | 128.00                | 6.82                | 6.82             | 93.18               |
| N° 8   | 2.36                 | 421.00                | 22.44               | 29.26            | 70.74               |
| N° 16  | 1.18                 | 385.00                | 20.52               | 49.79            | 50.21               |
| N° 30  | 0.60                 | 312.00                | 16.63               | 66.42            | 33.58               |
| N° 50  | 0.30                 | 311.00                | 16.58               | 83.00            | 17.00               |
| N° 100   | 0.15                 | 210.00                | 11.19               | 94.19            | 5.81                |
| N° 200   | 0.075                | 88.00                 | 4.69                | 98.88            | 1.12                |
| CAZOLETA                                       | --                   | 21.00                 | 1.12                | 100.00           | 0.00                |
| TOTAL  |                      | 1876.00               |                     |                  |                     |



**OBSERVACIONES :** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMETRICO "M" DE LA NORMA N.T.P. 400.037.  
EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO ESTUDIADO ES DE 3.29.

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR EUZCO MINCHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO  
ASTM C 128 / NTP 400.022**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°  | 1       | 2       | 3       | PROMEDIO |
|--|---------|---------|---------|----------|
| PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)         | 489.40  | 489.90  | 489.21  |          |
| PESO DEL FRASCO CON AGUA (gr)                              | 1048.98 | 1048.98 | 1048.98 |          |
| PESO DEL AGREGADO FINO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (gr) | 500.00  | 500.00  | 500.00  |          |
| PESO FRASCO CALIBRADO + MUESTRA + AGUA (gr)                | 1349.89 | 1348.85 | 1349.89 |          |
| PESO ESPECIFICO APARENTE ( $\text{gr/cm}^3$ ) =            | 2.596   | 2.578   | 2.598   | 2.59     |
| ABSORCION (%) =  | 2.166   | 2.062   | 2.206   | 2.14     |

OBSERVACIONES :

ING. ORLANDO AGUILAR ALAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR LUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200  
A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

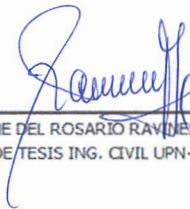
CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°                                 | 1      | 2      | 3      |
|---|--------|--------|--------|
| Peso seco de la muestra original (gr.)    | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Peso seco de la muestra lavada (gr.)      | 484.00 | 483.00 | 486.00 |
| Peso de material que pasa el tamiz N° 200 | 16.00  | 17.00  | 14.00  |
| % de material que pasa el tamiz N° 200    | 3.20%  | 3.40%  | 2.80%  |
| PROMEDIO                                  | 3.13%  |        |        |

OBSERVACIONES :



ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C



ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C



VICTOR CUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.017 / ASTM C - 29**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°  | 1       | 2       | 3                 |
|--|---------|---------|-------------------|
| Peso del recipiente (gr.)                          | 4568.00 | 4568.00 | 4568.00           |
| Peso del recipiente + material (gr.)               | 9942.00 | 9925.00 | 9988.00           |
| Peso del material (gr.)                            | 5374.00 | 5357.00 | 5420.00           |
| Factor (f)   | 313.518 | 313.518 | 313.518           |
| Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> ) | 1685    | 1680    | 1699              |
| P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =               |         | 1688    | Kg/m <sup>3</sup> |

OBSERVACIONES :

ING. ORLANDO AGUILAR ALTAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

HECTOR CRUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO**  
**ASTM C - 29 / NTP 400.017**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°                                      | 1       | 2           | 3                       |
|--|---------|-------------|-------------------------|
| Peso del recipiente (gr.)                      | 4568.00 | 4568.00     | 4568.00                 |
| Peso del recipiente + material (gr.)           | 9569.00 | 9545.00     | 9575.00                 |
| Peso del material (gr.)                        | 5001.00 | 4977.00     | 5007.00                 |
| Factor (f)                                     | 313.518 | 313.518     | 313.518                 |
| Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ) | 1568    | 1560        | 1570                    |
| <b>P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =</b>        |         | <b>1566</b> | <b>Kg/m<sup>3</sup></b> |

OBSERVACIONES :

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR LUZCO MINCHÁN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C




**ENSAYO DE ABRASION**  
**A.S.T.M. C 131 / NTP 400.019**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ  
ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| "GRADACION B"    |          |           |
|------------------|----------|-----------|
| MUESTRA          |          | 1         |
| TAMIZ            |          | PESO (gr) |
| PASA             | RETENIDO |           |
| 1 1/2"           | 1"       | 0.00      |
| 1"               | 3/4"     | 0.00      |
| 3/4"             | 1/2"     | 2500.00   |
| 1/2"             | 3/8"     | 2500.00   |
| TOTAL            |          | 5000.00   |
| RET. TAMIZ N° 12 |          | 4147.10   |
| % DESGASTE       |          | 17.06     |

OBSERVACIONES:

  
\_\_\_\_\_  
ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

  
\_\_\_\_\_  
ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

  
\_\_\_\_\_  
VICTOR GUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

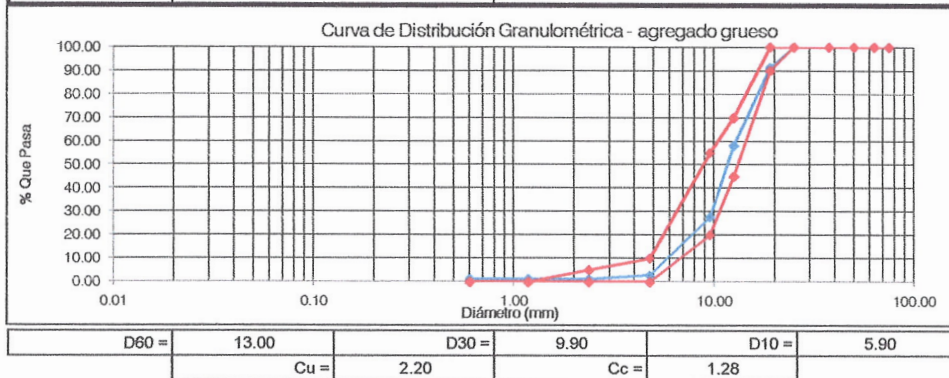


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**  
**A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ  
ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| PESO SECO INICIAL =                            |                      | 5722.00 gr.           |                     | MÓDULO DE FINURA | 6.73                |
|--|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) = |                      | 61.00 gr.             |                     |                  |                     |
| TAMIZ N°                                       | ABERTURA TAMIZ (mm.) | PESO RETENIDO PARCIAL | PORCENTAJE RETENIDO |                  | PORCENTAJE QUE PASA |
|  |                      |                       | PARCIAL             | ACUMULADO        |                     |
| 3"   | 75.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 2 1/2"   | 63.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 2"   | 50.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 1 1/2"   | 37.50                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 1"   | 25.00                | 0.00                  | 0.00                | 0.00             | 100.00              |
| 3/4"   | 19.00                | 498.00                | 8.70                | 8.70             | 91.30               |
| 1/2"   | 12.50                | 1899.00               | 33.19               | 41.89            | 58.11               |
| 3/8"   | 9.50                 | 1741.00               | 30.43               | 72.32            | 27.68               |
| N° 4   | 4.75                 | 1421.00               | 24.83               | 97.15            | 2.85                |
| N° 8   | 2.36                 | 102.00                | 1.78                | 98.93            | 1.07                |
| N° 16  | 1.18                 | 0.00                  | 0.00                | 98.93            | 1.07                |
| N° 30  | 0.60                 | 0.00                  | 0.00                | 98.93            | 1.07                |
| N° 50  | 0.30                 | 0.00                  | 0.00                | 98.93            | 1.07                |
| N° 100   | 0.15                 | 0.00                  | 0.00                | 98.93            | 1.07                |
| N° 200   | 0.075                | 0.00                  | 0.00                | 98.93            | 1.07                |
| CAZOLETA                                       | --                   | 61.00                 | 1.07                | 100.00           | 0.00                |
| TOTAL  |                      | 5722.00               |                     |                  |                     |



OBSERVACIONES : LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE CON HUSO GRANULOMÉTRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-11. EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.73.

ING. ORLANDO AGUILAR ALZAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR COZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C 127 / NTP 400.021**

**TESIS :** "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

**TESISTA :** IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

**ASESOR :** ING. IVÁN HEDILBRANDO MEJÍA DÍAZ

**CANTERA :** ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°  | 1       | 2       | 3       | PROMEDIO |
|--|---------|---------|---------|----------|
| PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA<br>SECADA AL HORNO (gr)              | 4315.80 | 4269.46 | 4424.14 |          |
| PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA<br>SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) | 4362.51 | 4312.25 | 4470.68 |          |
| PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA<br>SATURADA (gr)              | 2672.29 | 2643.95 | 2742.36 |          |
| PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )                     | 2.626   | 2.627   | 2.631   | 2.63     |
| ABSORCIÓN (%)  | 1.082   | 1.002   | 1.052   | 1.05     |

**OBSERVACIONES :**

ING. ORLANDO AGUILAR ALSAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR CUZCO MINCHÁN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



**MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200**  
**A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°                                 | 1            | 2       | 3       |
|---|--------------|---------|---------|
| Peso seco de la muestra original (gr.)    | 3300.00      | 3300.00 | 3300.00 |
| Peso seco de la muestra lavada (gr.)      | 3278.00      | 3281.00 | 3282.00 |
| Peso de material que pasa el tamiz N° 200 | 22.00        | 19.00   | 18.00   |
| % de material que pasa el tamiz N° 200    | 0.67%        | 0.58%   | 0.55%   |
| <b>PROMEDIO</b>                           | <b>0.60%</b> |         |         |

OBSERVACIONES :

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR CUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C - 29 / NTP 400.017**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°                             | 1       | 2       | 3       |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| Peso del recipiente (gr.)             | 4568.00 | 4568.00 | 4568.00 |
| Peso del recipiente + material (gr.)  | 9168.00 | 9135.00 | 9105.00 |
| Peso del material (gr.)               | 4600.00 | 4567.00 | 4537.00 |
| Factor (f)                            | 313.518 | 313.518 | 313.518 |
| Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m3) | 1442    | 1432    | 1422    |
| P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =  |         | 1432    | Kg/m3   |

OBSERVACIONES :

ING. ORLANDO AGUILAR ALTAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR GUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C - 29 / NTP 400.017**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

| ENSAYO N°                                      | 1       | 2           | 3                       |
|--|---------|-------------|-------------------------|
| Peso del recipiente (gr.)                      | 4568.00 | 4568.00     | 4568.00                 |
| Peso del recipiente + material (gr.)           | 8795.00 | 8745.00     | 8785.00                 |
| Peso del material (gr.)                        | 4227.00 | 4177.00     | 4217.00                 |
| Factor (f)                                     | 313.518 | 313.518     | 313.518                 |
| Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ) | 1325    | 1310        | 1322                    |
| <b>P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =</b>        |         | <b>1319</b> | <b>Kg/m<sup>3</sup></b> |

OBSERVACIONES :

ING. ORLANDO AGUILAR AYLAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR GUIZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

### **Anexo n.º 3. Diseño de mezcla.**

**DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 DEL ACI**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO

CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

**1. Parametros Basicos**

$f'_c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$   
Slump = 3" a 4"  
Cemento: Pacasmayo Tipo I  
TMN = 3/4"  
Sin aire incorporado

**Tabla 1. Datos**

| Elemento | P.esp.<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | P.U.C.<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | M.F. | Absorc.<br>(%) | Humedad<br>(%) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|------|----------------|----------------|
| Cemento  | 3120                           |                                |      |                |                |
| Arena    | 2590.00                        | 1688                           | 3.29 | 2.14%          | 2.69%          |
| Grava    | 2630.00                        | 1432                           |      | 1.05%          | 1.05%          |
| Agua     | 1000                           |                                |      |                |                |

**2. Resistencia Promedio**

Tabla 2. Resistencia a la compresion promedio

| $f'_c$       | $f'_{cr}$   |
|--------------|-------------|
| Menos de 210 | $f'_c + 70$ |
| 210 - 350    | $f'_c + 84$ |
| > 350        | $f'_c + 96$ |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'_{cr}$ ) =  $210 \text{ Kg/cm}^2 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$

**3. Estimacion de la cantidad de agua/m3 y el porcentaje de aire**

Tabla 3. Volumen de Unitario de Agua

| Asentamiento | Agua, en 1/m <sup>3</sup> , para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados |       |       |     |        |     |     |     |
|--------------|---|-------|-------|-----|--------|-----|-----|-----|
|              | 3/8 "   | 1/2 " | 3/4 " | 1 " | 1 1/2" | 2 " | 3 " | 6 " |
| TMN          |   |       |       |     |        |     |     |     |
| CONSISTENCIA | CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO   |       |       |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"      | 207   | 199   | 190   | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"      | 228   | 216   | 205   | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"      | 243   | 228   | 216   | 202 | 190    | 178 | 160 | ... |
|              | CONCRETO CON AIRE INCORPORADO   |       |       |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"      | 181   | 175   | 168   | 160 | 150    | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4"      | 202   | 193   | 184   | 175 | 165    | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7"      | 216   | 205   | 197   | 184 | 174    | 166 | 154 | ... |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

Agua = 193.0 Kg/m<sup>3</sup>  
Aire = 1.5%

Tabla 4. Contenido de Aire

| Tamaño Maximo Nominal | Aire Atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8 "                 | 3.00%         |
| 1/2 "                 | 2.50%         |
| 3/4 "                 | 2.00%         |
| 1 "                   | 1.50%         |
| 1 1/2"                | 1.00%         |
| 2 "                   | 0.50%         |
| 3 "                   | 0.30%         |
| 6 "                   | 0.20%         |



**DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 DEL ACI**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ  
ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

**4. Definir relación Agua - Cemento y Factor Cemento**

Tabla 5. Relación de agua - Cemento por resistencia

| f'c a 28 días<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Relación Agua / Cemento en peso |                      |
|--|---------------------------------|----------------------|
|  | Sin aire incorporado            | Con aire incorporado |
| 150                                    | 0.8                             | 0.71                 |
| 200                                    | 0.7                             | 0.61                 |
| 210                                    | 0.68                            | 0.59                 |
| 250                                    | 0.62                            | 0.53                 |
| 294                                    | 0.56                            | 0.47                 |
| 300                                    | 0.55                            | 0.46                 |
| 350                                    | 0.48                            | 0.4                  |
| 400                                    | 0.43                            | 0.34                 |
| 450                                    | 0.38                            | 0.28                 |
| 500                                    | 0.33                            | 0.22                 |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

Agua/Cemento (A/C) = 0.56

$$F. C. = \frac{V_{\text{agua}}}{A/C} = \frac{193.00}{0.56} = 344.6 \text{ Kg/m}^3 = \frac{344.64}{42.5} = 8.11 \text{ bolsas/m}^3$$

**5. Cantidad de Agregado Grueso**

Tabla 6. Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado. Por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. |      |      |      |      |
|---|--|------|------|------|------|
| M.f. del Ag. Fino                         | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 3.29 | 3    |
| 3/8 "                                     | 0.50   | 0.48 | 0.46 | 0.41 | 0.44 |
| 1/2 "                                     | 0.59   | 0.57 | 0.55 | 0.50 | 0.53 |
| 3/4 "                                     | 0.66   | 0.64 | 0.62 | 0.57 | 0.60 |
| 1 "                                       | 0.71   | 0.69 | 0.67 | 0.62 | 0.65 |
| 1 1/2"                                    | 0.76   | 0.74 | 0.72 | 0.67 | 0.70 |
| 2 "                                       | 0.78   | 0.76 | 0.74 | 0.69 | 0.72 |
| 3 "                                       | 0.81   | 0.79 | 0.77 | 0.72 | 0.75 |
| 6 "                                       | 0.87   | 0.85 | 0.83 | 0.78 | 0.81 |

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

$$\frac{b}{b_0} = 0.62$$

$$b = 0.62 \times 1432 = 889.27$$

**DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 DEL ACI**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ  
ASESOR : ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
CANTERA : ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

**6. Volúmenes absolutos**

$$V_{\text{agua}} = \frac{193.00}{1000} = 0.19 \text{ m}^3 \quad V_{\text{cemento}} = \frac{344.64}{3120} = 0.11 \text{ m}^3 \quad V_{\text{aire}} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{ag. grueso}} = \frac{889.27}{2630} = 0.34 \text{ m}^3$$

$$\sum V_{\text{absolutos}} = 0.66 \text{ m}^3$$

**Volumen absoluto del agregado fino**

$$V_{\text{ag. fino}} = 1 - 0.66 = 0.34 \text{ m}^3$$

**Peso del Agregado Fino**

$$P_{af} = V_{\text{abs}} * P_{em} = 0.344 * 2590 = 891.0 \text{ Kg/m}^3$$

**7. Valores de Diseño en laboratorio**

|                 |   |                          |
|-----------------|---|--------------------------|
| Agua            | = | 193.0 lts/m <sup>3</sup> |
| Aire            | = | 1.5%                     |
| Cemento         | = | 344.64 Kg/m <sup>3</sup> |
| Ag. Fino Seco   | = | 890.96 Kg/m <sup>3</sup> |
| Ag. Grueso Seco | = | 889.27 Kg/m <sup>3</sup> |

**8. Corrección por Humedad de los agregados**

**Pesos Húmedos**

$$P_{\text{ag.f}} = \text{Peso seco}(1 + W\%)$$

$$P_{\text{ag.g}} = \text{Peso seco}(1 + W\%)$$

$$P_{\text{ag.f}} = 890.96(1+0.0269)$$

$$P_{\text{ag.g}} = 889.27(1+0.0105)$$

$$P_{\text{ag.f}} = 891.2 \text{ Kg/m}^3$$

$$P_{\text{ag.g}} = 889.36$$

**Humedad Superficial**

$$A.F. = W\% - \%Abs$$

$$A.G. = W\% - \%Abs$$

$$A.F. = 0.0269 - 0.0214$$

$$A.G. = 0.0105 - 0.0105$$

$$A.F. = 0.55\%$$

$$A.G. = 0.00\%$$

**Aporte de agua por humedad**

$$A.F. = \text{Peso seco (humedad superficial)}$$

$$A.G. = \text{Peso seco (humedad superficial)}$$

$$A.F. = 890.96(0.0055)$$

$$A.G. = 889.27(0)$$

$$A.F. = 4.90$$

$$A.G. = 0.000$$

$$A.F. - A.G. = 4.90 \text{ lts/m}^3$$

**DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 DEL ACI**

**TESIS :** "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO DE  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
**TESISTA :** IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ  
**ASESOR :** ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
**CANTERA :** ACOSTA - BAÑOS DEL INCA

**Agua efectiva**

Agua efectiva = agua mezcla - aporte de agua por humedad de los agregados

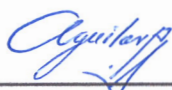
Agua efectiva =  $193 - 4.9 = 188.10 \text{ lts/m}^3$

**9. Valores de Diseño al pie de Obra**

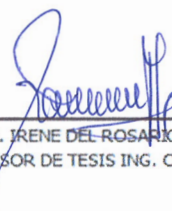
Cemento =  $344.64 \text{ Kg/m}^3$   
Ag. Fino Humedo =  $891.20 \text{ Kg/m}^3$   
Ag. Grueso Humedo =  $889.36 \text{ Kg/m}^3$   
Agua efectiva =  $188.10 \text{ Kg/m}^3$

**Proporcionamiento de mezcla**

|        |   |        |   |        |   |        |        |
|--------|---|--------|---|--------|---|--------|--------|
| 344.64 | : | 891.20 | : | 889.36 | / | 188.10 |        |
| 344.64 |   | 344.64 |   | 344.64 |   | 8.11   |        |
| 1      |   | 2.59   |   | 2.58   | / | 23.2   | lt/biz |



ING. ORLANDO AGUILAR AVILAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C



ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C



VICTOR CRUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

#### **Anexo n.º 4. Ensayos a compresión axial.**

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

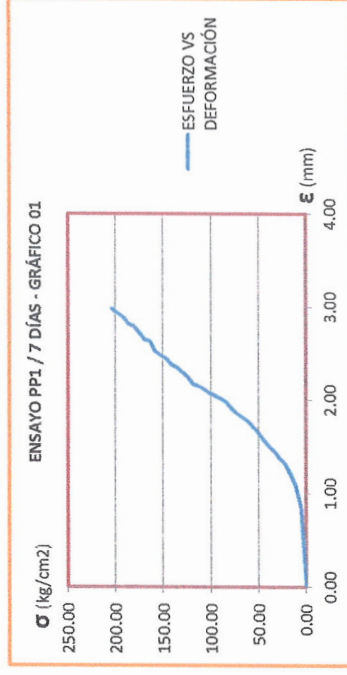
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

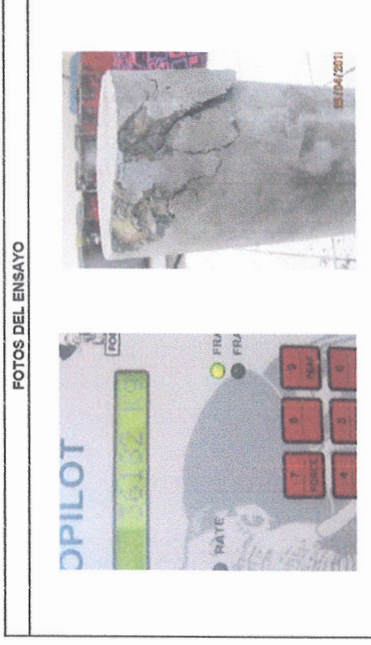
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |            | AGUA POTABLE   |        | 15.00                |                      |
|--------------------|------------|----------------|--------|----------------------|----------------------|
| CÓDIGO:            | PP1        | DÍAMETRO (cm): | 15.00  | TIPO 5               |                      |
| FABRICACIÓN:       | 19/04/2016 | DISEÑO:        | 210.00 | RESISTENCIA (kg/cm2) | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| ENSAYO:            | 26/04/2016 | FALLA:         |        | DEFORMACIÓN (mm)     | DEFORMACIÓN (mm)     |
| DÍAS DE CURADO:    | 7 DÍAS     | CARGA (Kg)     |        | RESISTENCIA (kg/cm2) | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                  | 0.00       | 23000          | 2.30   | 130.15               | 130.15               |
| 1000               | 0.85       | 24000          | 2.35   | 135.81               | 135.81               |
| 2000               | 1.08       | 25000          | 2.38   | 141.47               | 141.47               |
| 3000               | 1.21       | 26000          | 2.45   | 147.13               | 147.13               |
| 4000               | 1.32       | 27000          | 2.48   | 152.79               | 152.79               |
| 5000               | 1.38       | 28000          | 2.52   | 158.45               | 158.45               |
| 6000               | 1.45       | 29000          | 2.63   | 164.11               | 164.11               |
| 7000               | 1.51       | 30000          | 2.65   | 169.77               | 169.77               |
| 8000               | 1.58       | 31000          | 2.72   | 175.42               | 175.42               |
| 9000               | 1.66       | 32000          | 2.79   | 181.08               | 181.08               |
| 10000              | 1.72       | 33000          | 2.82   | 186.74               | 186.74               |
| 11000              | 1.78       | 34000          | 2.89   | 192.40               | 192.40               |
| 12000              | 1.82       | 35000          | 2.93   | 198.06               | 198.06               |
| 13000              | 1.86       | 36000          | 2.98   | 203.72               | 203.72               |
| 14000              | 1.92       | 37000          |        |                      |                      |
| 15000              | 1.99       | 38000          |        |                      |                      |
| 16000              | 2.02       | 39000          |        |                      |                      |
| 17000              | 2.05       | 40000          |        |                      |                      |
| 18000              | 2.08       | 41000          |        |                      |                      |
| 19000              | 2.12       | 42000          |        |                      |                      |
| 20000              | 2.15       | 43000          |        |                      |                      |
| 21000              | 2.17       | 44000          |        |                      |                      |
| 22000              | 2.25       | 45000          |        |                      |                      |
| CARGA FINAL (kg)   | 36182      | $f_c$ (kg/cm2) | 204.75 |                      |                      |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio V. Sánchez*

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irene Rosario Paredes Azáñero*

ING. IRENE DEL ROSARIO PAREDES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Victor Cuzco Mitochan*

ING. VÍCTOR CUZCO MITOCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

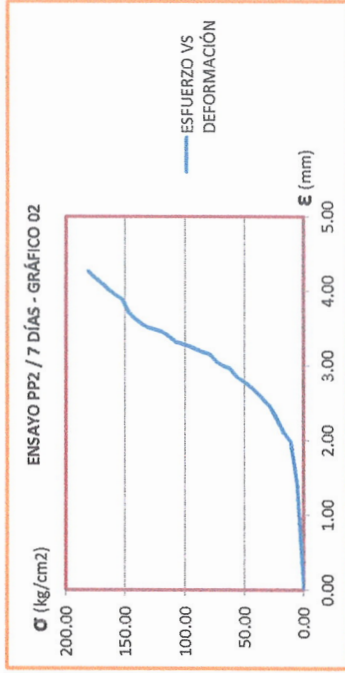
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA POTABLE                                |                  |                                   |  |
|-------------------------|--------------|---|------------------|-----------------------------------|--|
| CÓDIGO:                 | PP2          | DIÁMETRO (cm):                              | 15.00            |                                   |  |
| FABRICACIÓN:            | 19/04/2016   | DISEÑO:                                     | 210.00           | kg/cm <sup>2</sup>                |  |
| ENSAYO:                 | 26/04/2016   | FALLA:                                      | TIPO 5           |                                   |  |
| DÍAS DE CURADO:         | 7 DÍAS       | CARGA (Kg)                                  | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |  |
| 0                       | 0.00         | 23000                                       | 3.51             | 130.15                            |  |
| 1000                    | 1.40         | 24000                                       | 3.56             | 135.81                            |  |
| 2000                    | 1.98         | 25000                                       | 3.62             | 141.47                            |  |
| 3000                    | 2.10         | 26000                                       | 3.71             | 147.13                            |  |
| 4000                    | 2.28         | 27000                                       | 3.89             | 152.79                            |  |
| 5000                    | 2.45         | 28000                                       | 3.95             | 158.45                            |  |
| 6000                    | 2.54         | 29000                                       | 4.01             | 164.11                            |  |
| 7000                    | 2.64         | 30000                                       | 4.10             | 169.77                            |  |
| 8000                    | 2.72         | 31000                                       | 4.17             | 175.42                            |  |
| 9000                    | 2.79         | 32000                                       | 4.26             | 181.08                            |  |
| 10000                   | 2.85         | 33000                                       |                  |                                   |  |
| 11000                   | 2.96         | 34000                                       |                  |                                   |  |
| 12000                   | 3.00         | 35000                                       |                  |                                   |  |
| 13000                   | 3.05         | 36000                                       |                  |                                   |  |
| 14000                   | 3.15         | 37000                                       |                  |                                   |  |
| 15000                   | 3.18         | 38000                                       |                  |                                   |  |
| 16000                   | 3.22         | 39000                                       |                  |                                   |  |
| 17000                   | 3.26         | 40000                                       |                  |                                   |  |
| 18000                   | 3.29         | 41000                                       |                  |                                   |  |
| 19000                   | 3.32         | 42000                                       |                  |                                   |  |
| 20000                   | 3.39         | 43000                                       |                  |                                   |  |
| 21000                   | 3.45         | 44000                                       |                  |                                   |  |
| 22000                   | 3.48         | 45000                                       |                  |                                   |  |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>32133</b> | <b><math>f'c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>181.84</b>    |                                   |  |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rosario*

ING. IRENE DEL ROSARIO RAUTIES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*

VICTOR CUZCO MARCHAN  
DIRECTOR LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

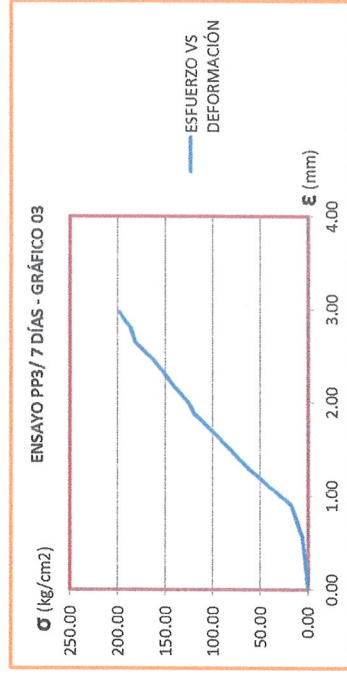
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

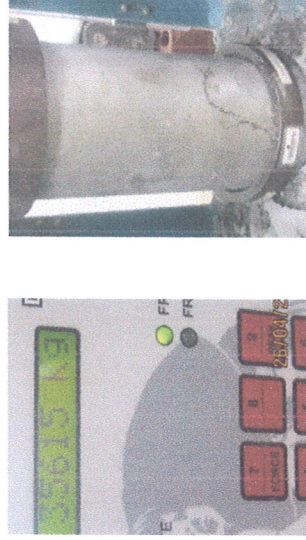
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA POTABLE                     |                      |
|-------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PP3          | DIÁMETRO (cm):                   | 15.00                |
| FABRICACIÓN:            | 19/04/2016   | DISENO:                          | kg/cm2               |
| ENSAYO:                 | 28/04/2016   | FALLA:                           | TIPO 5               |
| DIAS DE CURADO:         | 7 DIAS       | CARGA (Kg)                       | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00         | 23000                            | 130.15               |
| 1000                    | 0.54         | 24000                            | 135.81               |
| 2000                    | 0.72         | 25000                            | 141.47               |
| 3000                    | 0.89         | 26000                            | 147.13               |
| 4000                    | 0.95         | 27000                            | 152.79               |
| 5000                    | 0.99         | 28000                            | 158.45               |
| 6000                    | 1.05         | 29000                            | 164.11               |
| 7000                    | 1.09         | 30000                            | 169.77               |
| 8000                    | 1.14         | 31000                            | 175.42               |
| 9000                    | 1.19         | 32000                            | 181.08               |
| 10000                   | 1.24         | 33000                            | 186.74               |
| 11000                   | 1.29         | 34000                            | 192.40               |
| 12000                   | 1.35         | 35000                            | 198.06               |
| 13000                   | 1.41         | 36000                            |                      |
| 14000                   | 1.47         | 37000                            |                      |
| 15000                   | 1.53         | 38000                            |                      |
| 16000                   | 1.59         | 39000                            |                      |
| 17000                   | 1.65         | 40000                            |                      |
| 18000                   | 1.71         | 41000                            |                      |
| 19000                   | 1.76         | 42000                            |                      |
| 20000                   | 1.82         | 43000                            |                      |
| 21000                   | 1.87         | 44000                            |                      |
| 22000                   | 1.98         | 45000                            |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>35615</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm2)</b> | <b>201.54</b>        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*

ING. ORLANDO AGUILAR VARGAS  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irene*

ING. IRENE DEL ROSARIO VARGAS AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Victor*

VICTOR FUZCO MUNGHERN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



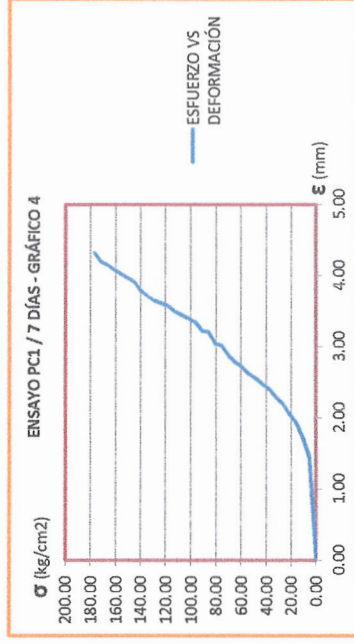
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

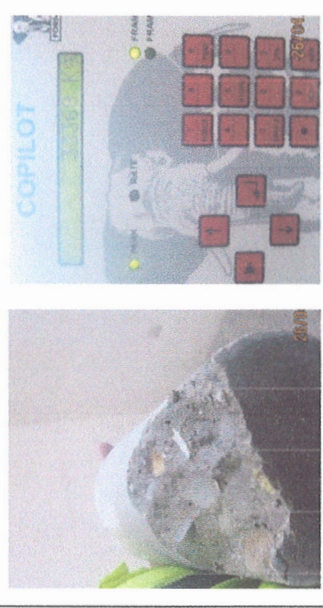
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |            | AGUA DE CANAL    |                      | 15.40            |                      |
|--------------------|------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| CÓDIGO:            | PC1        | DIÁMETRO (cm):   | 210.00               |                  | TIPO 5               |
| FABRICACIÓN:       | 19/04/2016 | DISÑO:           | 210.00               |                  | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| ENSAYO:            | 28/04/2016 | FALLA:           | CARGA (Kg)           | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| DIAS DE CURADO:    | 7 DÍAS     |                  |                      |                  |                      |
| CARGA (Kg)         |            | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) |                  |                      |
| 0                  | 0.00       | 0.00             | 23000                | 3.61             | 123.48               |
| 1000               | 1.45       | 5.37             | 24000                | 3.65             | 128.85               |
| 2000               | 1.72       | 10.74            | 25000                | 3.71             | 134.22               |
| 3000               | 1.94       | 16.11            | 26000                | 3.78             | 139.59               |
| 4000               | 2.05       | 21.47            | 27000                | 3.91             | 144.95               |
| 5000               | 2.20       | 26.84            | 28000                | 3.97             | 150.32               |
| 6000               | 2.28       | 32.21            | 29000                | 4.02             | 155.68               |
| 7000               | 2.40       | 37.58            | 30000                | 4.08             | 161.06               |
| 8000               | 2.47       | 42.95            | 31000                | 4.14             | 166.43               |
| 9000               | 2.55       | 48.32            | 32000                | 4.19             | 171.80               |
| 10000              | 2.61       | 53.69            | 33000                | 4.32             | 177.17               |
| 11000              | 2.71       | 59.06            | 34000                |                  |                      |
| 12000              | 2.78       | 64.42            | 35000                |                  |                      |
| 13000              | 2.87       | 69.79            | 36000                |                  |                      |
| 14000              | 3.01       | 75.16            | 37000                |                  |                      |
| 15000              | 3.04       | 80.53            | 38000                |                  |                      |
| 16000              | 3.21       | 85.90            | 39000                |                  |                      |
| 17000              | 3.22       | 91.27            | 40000                |                  |                      |
| 18000              | 3.35       | 96.64            | 41000                |                  |                      |
| 19000              | 3.40       | 102.01           | 42000                |                  |                      |
| 20000              | 3.45       | 107.37           | 43000                |                  |                      |
| 21000              | 3.50       | 112.74           | 44000                |                  |                      |
| 22000              | 3.57       | 118.11           | 45000                |                  |                      |
| CARGA FINAL (kg)   | 33368      | $f_c$ (kg/cm2)   |                      |                  | 179.14               |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : El tipo de falla en la probeta es el tipo 5, donde muestra fracturas laterales en la parte superior como se observa en la imagen.

*Iván Rogelio Vargas Sánchez*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALTAÑA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irene del Rosario Trujillo*  
ING. IRENE DEL ROSARIO TRUJILLO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Vicente Cozco Minchan*  
VICENTE COZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

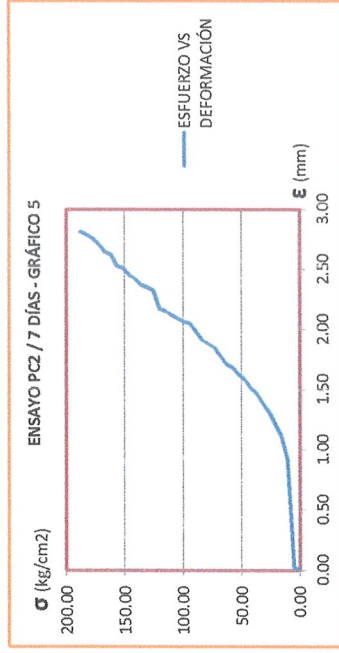
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

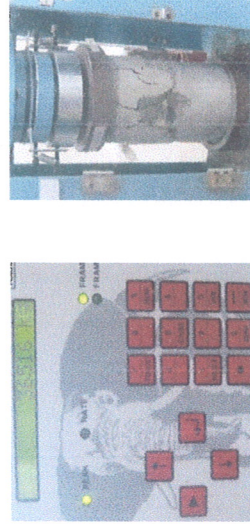
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA DE CANAL                    |                      |
|-------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PC2              | DIÁMETRO (cm):                   | 15.60                |
| FABRICACIÓN:            | 19/04/2016       | DISEÑO:                          | 210.00               |
| ENSAYO:                 | 26/04/2016       | FALLA:                           | TIPO 2               |
| DÍAS DE CURADO:         | 7 DÍAS           | CARGA (Kg)                       | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| CARGA (Kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2)             | DEFORMACIÓN (mm)     |
| 0                       | 0.00             | 0.00                             | 2.17                 |
| 1000                    | 0.02             | 5.23                             | 2.32                 |
| 2000                    | 0.92             | 10.46                            | 2.35                 |
| 3000                    | 1.11             | 15.70                            | 2.37                 |
| 4000                    | 1.21             | 20.93                            | 2.42                 |
| 5000                    | 1.31             | 26.16                            | 2.45                 |
| 6000                    | 1.38             | 31.39                            | 2.51                 |
| 7000                    | 1.46             | 36.62                            | 2.53                 |
| 8000                    | 1.51             | 41.86                            | 2.62                 |
| 9000                    | 1.58             | 47.09                            | 2.65                 |
| 10000                   | 1.62             | 52.32                            | 2.71                 |
| 11000                   | 1.68             | 57.55                            | 2.76                 |
| 12000                   | 1.71             | 62.78                            | 2.79                 |
| 13000                   | 1.78             | 68.01                            | 2.81                 |
| 14000                   | 1.85             | 73.25                            |                      |
| 15000                   | 1.88             | 78.48                            |                      |
| 16000                   | 1.91             | 83.71                            |                      |
| 17000                   | 1.98             | 88.94                            |                      |
| 18000                   | 2.05             | 94.17                            |                      |
| 19000                   | 2.06             | 99.41                            |                      |
| 20000                   | 2.09             | 104.64                           |                      |
| 21000                   | 2.12             | 109.87                           |                      |
| 22000                   | 2.15             | 115.10                           |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>36516</b>     | <b><math>f_c</math> (kg/cm2)</b> | <b>191.05</b>        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 2, donde hay grietas verticales en un extremo. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C. 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALTAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAJES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR QUEZMINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

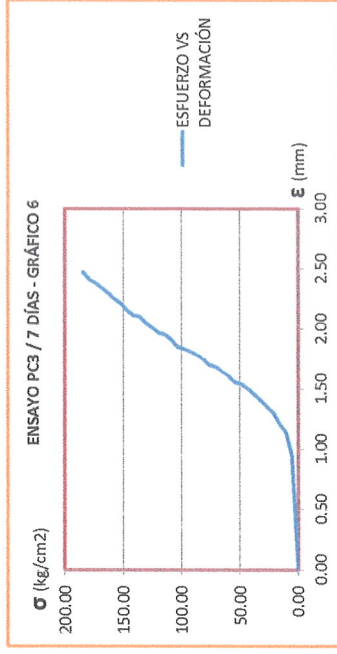
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

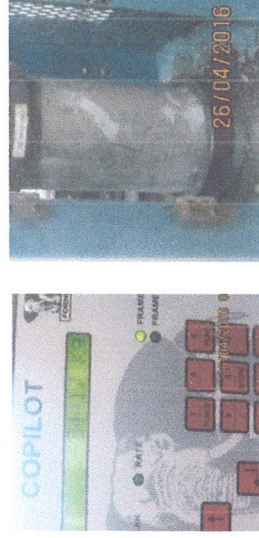
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                  | AGUA DE CANAL                     |                                      | TIPO 2           |                                   |
|--------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| CARGA (kg)         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg)                           | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                  | 0.00             | 0.00                              | 23000                                | 2.01             | 125.10                            |
| 1000               | 0.95             | 5.44                              | 24000                                | 2.05             | 130.54                            |
| 2000               | 1.14             | 10.88                             | 25000                                | 2.10             | 135.98                            |
| 3000               | 1.21             | 16.32                             | 26000                                | 2.11             | 141.42                            |
| 4000               | 1.30             | 21.76                             | 27000                                | 2.15             | 146.86                            |
| 5000               | 1.35             | 27.20                             | 28000                                | 2.21             | 152.29                            |
| 6000               | 1.41             | 32.63                             | 29000                                | 2.25             | 157.73                            |
| 7000               | 1.45             | 38.07                             | 30000                                | 2.30             | 163.17                            |
| 8000               | 1.50             | 43.51                             | 31000                                | 2.34             | 168.61                            |
| 9000               | 1.54             | 48.95                             | 32000                                | 2.38             | 174.05                            |
| 10000              | 1.56             | 54.39                             | 33000                                | 2.41             | 179.49                            |
| 11000              | 1.61             | 59.83                             | 34000                                | 2.47             | 184.93                            |
| 12000              | 1.64             | 65.27                             | 35000                                |                  |                                   |
| 13000              | 1.68             | 70.71                             | 36000                                |                  |                                   |
| 14000              | 1.70             | 76.15                             | 37000                                |                  |                                   |
| 15000              | 1.75             | 81.59                             | 38000                                |                  |                                   |
| 16000              | 1.78             | 87.03                             | 39000                                |                  |                                   |
| 17000              | 1.81             | 92.46                             | 40000                                |                  |                                   |
| 18000              | 1.83             | 97.90                             | 41000                                |                  |                                   |
| 19000              | 1.85             | 103.34                            | 42000                                |                  |                                   |
| 20000              | 1.91             | 108.78                            | 43000                                |                  |                                   |
| 21000              | 1.95             | 114.22                            | 44000                                |                  |                                   |
| 22000              | 1.97             | 119.66                            | 45000                                |                  |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   |                  |                                   | f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |                  |                                   |
| 34417              |                  |                                   | 187.20                               |                  |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 2, donde hay grietas verticales en un extremo. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALZAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO SÁNCHEZ AZANERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR ZUCCO AMORAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

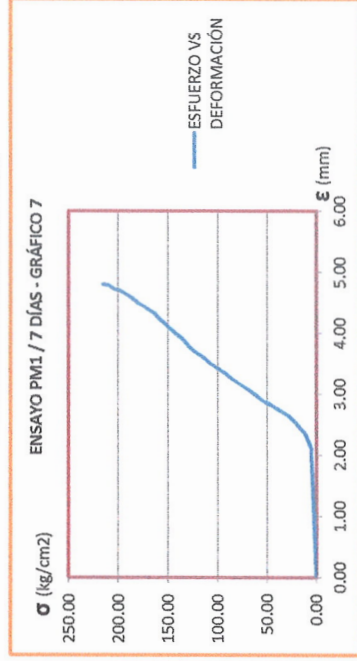
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE MANANTIAL                 |                  |                      |  |
|-------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------|----------------------|--|
| CÓDIGO:                 | PM1          | DIÁMETRO (cm):                    | 15.00            |                      |  |
| FABRICACIÓN:            | 20/04/2016   | DISÑO:                            | 210.00           |                      |  |
| ENSAYO:                 | 27/04/2016   | FALLA:                            | TIPO 3           |                      |  |
| DÍAS DE CURADO:         | 7 DÍAS       | CARGA (Kg)                        | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) |  |
| 0                       | 0.00         | 23000                             | 3.80             | 130.15               |  |
| 1000                    | 2.12         | 24000                             | 3.91             | 135.81               |  |
| 2000                    | 2.35         | 25000                             | 3.98             | 141.47               |  |
| 3000                    | 2.45         | 26000                             | 4.07             | 147.13               |  |
| 4000                    | 2.55         | 27000                             | 4.15             | 152.79               |  |
| 5000                    | 2.65         | 28000                             | 4.23             | 158.45               |  |
| 6000                    | 2.70         | 29000                             | 4.34             | 164.11               |  |
| 7000                    | 2.75         | 30000                             | 4.39             | 169.77               |  |
| 8000                    | 2.81         | 31000                             | 4.45             | 175.42               |  |
| 9000                    | 2.86         | 32000                             | 4.50             | 181.08               |  |
| 10000                   | 2.92         | 33000                             | 4.58             | 186.74               |  |
| 11000                   | 2.99         | 34000                             | 4.64             | 192.40               |  |
| 12000                   | 3.05         | 35000                             | 4.69             | 198.06               |  |
| 13000                   | 3.12         | 36000                             | 4.72             | 203.72               |  |
| 14000                   | 3.18         | 37000                             | 4.78             | 209.38               |  |
| 15000                   | 3.24         | 38000                             | 4.80             | 215.04               |  |
| 16000                   | 3.31         | 39000                             |                  |                      |  |
| 17000                   | 3.38         | 40000                             |                  |                      |  |
| 18000                   | 3.44         | 41000                             |                  |                      |  |
| 19000                   | 3.50         | 42000                             |                  |                      |  |
| 20000                   | 3.58         | 43000                             |                  |                      |  |
| 21000                   | 3.65         | 44000                             |                  |                      |  |
| 22000                   | 3.71         | 45000                             |                  |                      |  |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>38705</b> | <b><math>f'_c</math> (kg/cm2)</b> | <b>219.03</b>    |                      |  |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 3, grietas de acolumnado vertical. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

ING. VICTOR JUZCO MINICHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

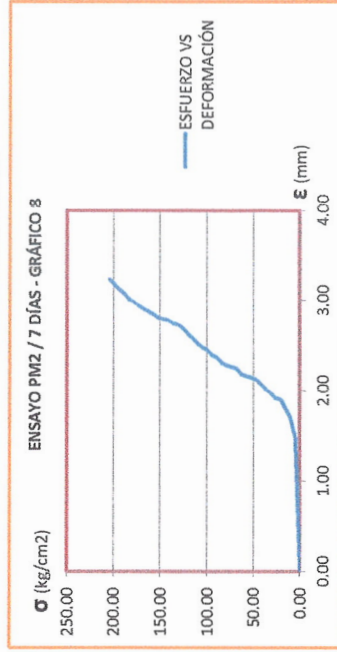
**DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL**

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE MANANTIAL                           |                                   |
|-------------------------|--------------|---|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PM2          | DIÁMETRO (cm):                              | 15.60                             |
| FABRICACIÓN:            | 20/04/2016   | DISEÑO:                                     | 210.00                            |
| ENSAYO:                 | 27/04/2016   | FALLA:                                      | TIPO 5                            |
| DÍAS DE CURADO:         | 7 DÍAS       | CARGA (Kg)                                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                       | 0.00         | 23000                                       | 120.33                            |
| 1000                    | 1.48         | 24000                                       | 125.57                            |
| 2000                    | 1.70         | 25000                                       | 130.80                            |
| 3000                    | 1.80         | 26000                                       | 136.03                            |
| 4000                    | 1.90         | 27000                                       | 141.26                            |
| 5000                    | 1.92         | 28000                                       | 146.49                            |
| 6000                    | 1.98         | 29000                                       | 151.73                            |
| 7000                    | 2.01         | 30000                                       | 156.96                            |
| 8000                    | 2.07         | 31000                                       | 162.19                            |
| 9000                    | 2.12         | 32000                                       | 167.42                            |
| 10000                   | 2.14         | 33000                                       | 172.65                            |
| 11000                   | 2.16         | 34000                                       | 177.89                            |
| 12000                   | 2.18         | 35000                                       | 183.12                            |
| 13000                   | 2.24         | 36000                                       | 188.35                            |
| 14000                   | 2.26         | 37000                                       | 193.58                            |
| 15000                   | 2.28         | 38000                                       | 198.81                            |
| 16000                   | 2.30         | 39000                                       | 204.04                            |
| 17000                   | 2.36         | 40000                                       |                                   |
| 18000                   | 2.39         | 41000                                       |                                   |
| 19000                   | 2.45         | 42000                                       |                                   |
| 20000                   | 2.48         | 43000                                       |                                   |
| 21000                   | 2.52         | 44000                                       |                                   |
| 22000                   | 2.58         | 45000                                       |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>39273</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>255.47</b>                     |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : El tipo de falla en la probeta es el tipo 5, donde muestra fracturas laterales en la parte superior como se observa en la imagen.

*Rogelio*

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*

ING. IRVING DEL ROSARIO VARGAS AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*

ING. JULIO MINICHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

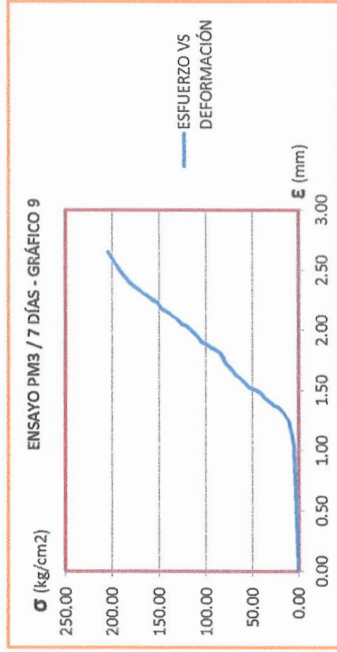
**DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL**  
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

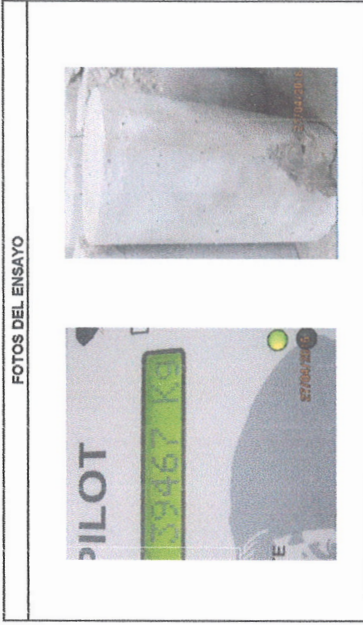
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA DE MANANTIAL                           |               | TIPO 5           |                                   |
|-------------------------|------------------|---|---------------|------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PMS              | DIÁMETRO (cm):                              | 15.60         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| FABRICACIÓN:            | 20/04/2016       | DISEÑO:                                     | 210.00        | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| ENSAYO:                 | 27/04/2016       | FALLA:                                      |               |                  |                                   |
| DÍAS DE CURADO:         | 7 DÍAS           | CARGA (Kg)                                  |               |                  |                                   |
| CARGA (Kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )           |               |                  |                                   |
| 0                       | 0.00             | 0.00  | 23000         | 2.03             | 120.33                            |
| 1000                    | 1.05             | 5.23  | 24000         | 2.05             | 125.57                            |
| 2000                    | 1.24             | 10.46                                       | 25000         | 2.09             | 130.80                            |
| 3000                    | 1.30             | 15.70                                       | 26000         | 2.12             | 136.03                            |
| 4000                    | 1.35             | 20.93                                       | 27000         | 2.15             | 141.26                            |
| 5000                    | 1.37             | 26.16                                       | 28000         | 2.17             | 146.49                            |
| 6000                    | 1.40             | 31.39                                       | 29000         | 2.23             | 151.73                            |
| 7000                    | 1.43             | 36.62                                       | 30000         | 2.25             | 156.96                            |
| 8000                    | 1.48             | 41.86                                       | 31000         | 2.28             | 162.19                            |
| 9000                    | 1.50             | 47.09                                       | 32000         | 2.31             | 167.42                            |
| 10000                   | 1.52             | 52.32                                       | 33000         | 2.34             | 172.65                            |
| 11000                   | 1.56             | 57.55                                       | 34000         | 2.37             | 177.89                            |
| 12000                   | 1.60             | 62.78                                       | 35000         | 2.41             | 183.12                            |
| 13000                   | 1.63             | 68.01                                       | 36000         | 2.46             | 188.35                            |
| 14000                   | 1.68             | 73.25                                       | 37000         | 2.51             | 193.58                            |
| 15000                   | 1.72             | 78.48                                       | 38000         | 2.58             | 198.81                            |
| 16000                   | 1.80             | 83.71                                       | 39000         | 2.65             | 204.04                            |
| 17000                   | 1.83             | 88.94                                       | 40000         |                  |                                   |
| 18000                   | 1.85             | 94.17                                       | 41000         |                  |                                   |
| 19000                   | 1.88             | 99.41                                       | 42000         |                  |                                   |
| 20000                   | 1.90             | 104.64                                      | 43000         |                  |                                   |
| 21000                   | 1.95             | 109.87                                      | 44000         |                  |                                   |
| 22000                   | 1.99             | 115.10                                      | 45000         |                  |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>39467</b>     | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>206.49</b> |                  |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : El tipo de falla en la probeta es el tipo 5, donde muestra fracturas laterales en la parte superior como se observa en la imagen.

*Iván Rogelio Vargas Sánchez*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irene del Rosario Ravines Azáñero*  
ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Victor Ocho Minchay*  
VICTOR OCHO MINCHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

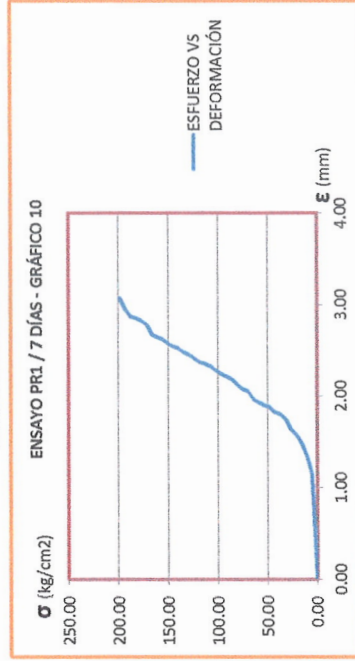
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE RÍO                                 |                  |                                   |  |
|-------------------------|--------------|---|------------------|-----------------------------------|--|
| CÓDIGO:                 | PR1          | DIÁMETRO (cm):                              | 15.40            |                                   |  |
| FABRICACIÓN:            | 20/04/2016   | DISEÑO:                                     | 210.00           |                                   |  |
| ENSAJO:                 | 27/04/2016   | FALLA:                                      | TIPO 5           |                                   |  |
| DÍAS DE CURADO:         | 7 DÍAS       | CARGA (Kg)                                  | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |  |
| 0                       | 0.00         | 23000                                       | 2.41             | 123.48                            |  |
| 1000                    | 1.15         | 24000                                       | 2.45             | 128.85                            |  |
| 2000                    | 1.34         | 25000                                       | 2.48             | 134.22                            |  |
| 3000                    | 1.48         | 26000                                       | 2.52             | 139.59                            |  |
| 4000                    | 1.58         | 27000                                       | 2.54             | 144.95                            |  |
| 5000                    | 1.64         | 28000                                       | 2.58             | 150.32                            |  |
| 6000                    | 1.75         | 29000                                       | 2.62             | 155.69                            |  |
| 7000                    | 1.80         | 30000                                       | 2.64             | 161.06                            |  |
| 8000                    | 1.82         | 31000                                       | 2.67             | 166.43                            |  |
| 9000                    | 1.88         | 32000                                       | 2.78             | 171.80                            |  |
| 10000                   | 1.90         | 33000                                       | 2.82             | 177.17                            |  |
| 11000                   | 1.93         | 34000                                       | 2.85             | 182.54                            |  |
| 12000                   | 1.96         | 35000                                       | 2.87             | 187.90                            |  |
| 13000                   | 2.05         | 36000                                       | 2.95             | 193.27                            |  |
| 14000                   | 2.07         | 37000                                       | 3.07             | 198.64                            |  |
| 15000                   | 2.12         | 38000                                       |                  |                                   |  |
| 16000                   | 2.18         | 39000                                       |                  |                                   |  |
| 17000                   | 2.21         | 40000                                       |                  |                                   |  |
| 18000                   | 2.24         | 41000                                       |                  |                                   |  |
| 19000                   | 2.28         | 42000                                       |                  |                                   |  |
| 20000                   | 2.32         | 43000                                       |                  |                                   |  |
| 21000                   | 2.35         | 44000                                       |                  |                                   |  |
| 22000                   | 2.37         | 45000                                       |                  |                                   |  |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>37334</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>200.43</b>    |                                   |  |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : El tipo de falla en la probeta es el tipo 5, donde muestra fracturas laterales en la parte superior como se observa en la imagen.

*Rogelio S*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALTAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irene*  
ING. IRENE DEL ROSARIO BRAVINI ZANERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

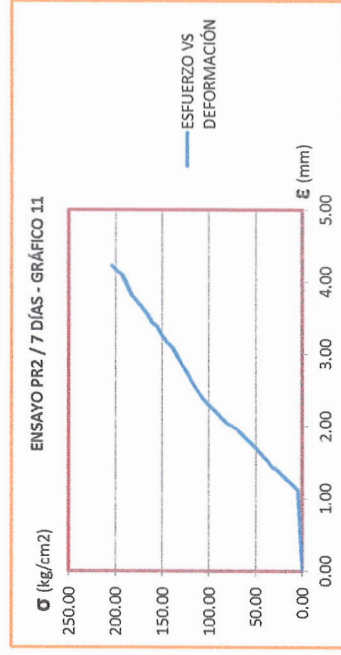
*Victor*  
ING. VICTOR FUZCO-MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

**DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL**  
A.S.T.M. C 39

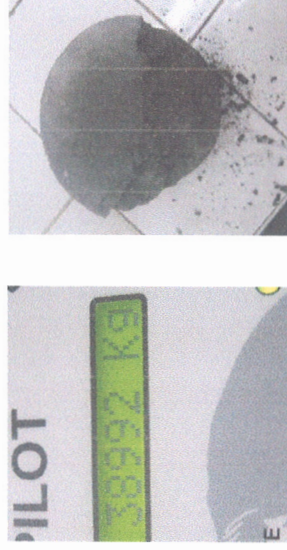
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA DE RÍO          |                                  | TIPO 5           |                      |
|-------------------------|------------------|----------------------|----------------------------------|------------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PR2              | DIÁMETRO (cm):       | 15.40                            | 210.00           | kg/cm2               |
| FABRICACIÓN:            | 20/04/2016       | DISEÑO:              |                                  |                  |                      |
| ENSAYO:                 | 27/04/2016       | FALLA:               |                                  |                  |                      |
| DÍAS DE CURADO:         | 7 DÍAS           |                      |                                  |                  |                      |
| CARGA (Kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) | CARGA (Kg)                       | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00             | 0.00                 | 23000                            | 2.74             | 123.48               |
| 1000                    | 1.12             | 5.37                 | 24000                            | 2.85             | 128.85               |
| 2000                    | 1.19             | 10.74                | 25000                            | 2.97             | 134.22               |
| 3000                    | 1.25             | 16.11                | 26000                            | 3.09             | 139.59               |
| 4000                    | 1.32             | 21.47                | 27000                            | 3.15             | 144.95               |
| 5000                    | 1.39             | 26.84                | 28000                            | 3.25             | 150.32               |
| 6000                    | 1.43             | 32.21                | 29000                            | 3.36             | 155.69               |
| 7000                    | 1.52             | 37.58                | 30000                            | 3.43             | 161.06               |
| 8000                    | 1.60             | 42.95                | 31000                            | 3.56             | 166.43               |
| 9000                    | 1.67             | 48.32                | 32000                            | 3.64             | 171.80               |
| 10000                   | 1.74             | 53.69                | 33000                            | 3.72             | 177.17               |
| 11000                   | 1.81             | 59.06                | 34000                            | 3.81             | 182.54               |
| 12000                   | 1.88             | 64.42                | 35000                            | 3.96             | 187.90               |
| 13000                   | 1.95             | 69.79                | 36000                            | 4.10             | 193.27               |
| 14000                   | 1.99             | 75.16                | 37000                            | 4.15             | 198.64               |
| 15000                   | 2.04             | 80.53                | 38000                            | 4.22             | 204.01               |
| 16000                   | 2.10             | 85.90                | 39000                            |                  |                      |
| 17000                   | 2.18             | 91.27                | 40000                            |                  |                      |
| 18000                   | 2.25             | 96.64                | 41000                            |                  |                      |
| 19000                   | 2.31             | 102.01               | 42000                            |                  |                      |
| 20000                   | 2.39             | 107.37               | 43000                            |                  |                      |
| 21000                   | 2.50             | 112.74               | 44000                            |                  |                      |
| 22000                   | 2.61             | 118.11               | 45000                            |                  |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> |                  | <b>38992</b>         | <b><math>f_c</math> (kg/cm2)</b> |                  | <b>209.34</b>        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : El tipo de falla en la probeta es el tipo 5, donde muestra fracturas laterales en la parte superior como se observa en la imagen.

*Rogelio*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*  
ING. IRIBÉ DEL ROSARIO RAMÍREZ AZANERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*  
ING. VICTOR ALBERTO MITCHELL  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

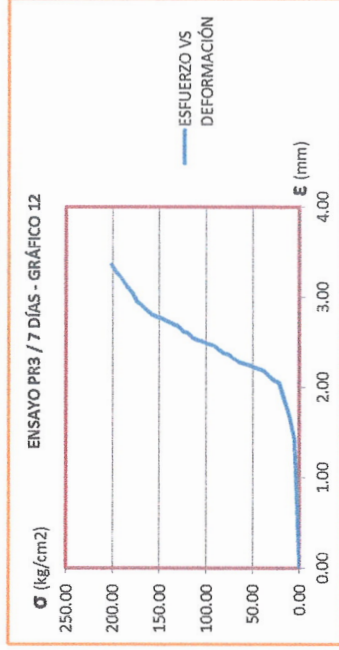
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

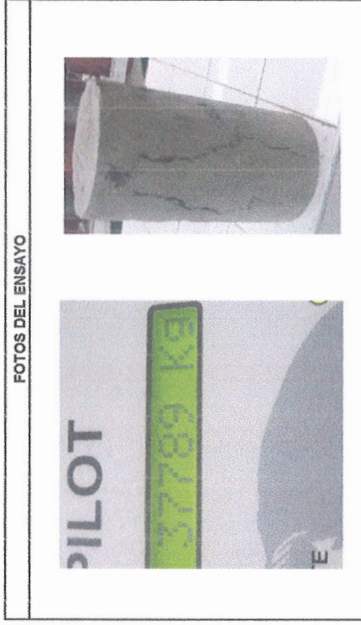
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE RÍO                      |                      |
|-------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PR3          | DIÁMETRO (cm):                   | 15.30                |
| FABRICACIÓN:            | 20/04/2016   | DISEÑO:                          | 210.00               |
| ENSAJO:                 | 27/04/2016   | FALLA:                           | TIPO 3               |
| DIAS DE CURADO:         | 7 DÍAS       | CARGA (Kg)                       | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00         | 23000                            | 125.10               |
| 1000                    | 1.43         | 24000                            | 130.54               |
| 2000                    | 1.68         | 25000                            | 135.98               |
| 3000                    | 1.85         | 26000                            | 141.42               |
| 4000                    | 2.05         | 27000                            | 146.86               |
| 5000                    | 2.07         | 28000                            | 152.29               |
| 6000                    | 2.12         | 29000                            | 157.73               |
| 7000                    | 2.18         | 30000                            | 163.17               |
| 8000                    | 2.20         | 31000                            | 168.61               |
| 9000                    | 2.22         | 32000                            | 174.05               |
| 10000                   | 2.24         | 33000                            | 179.49               |
| 11000                   | 2.26         | 34000                            | 184.93               |
| 12000                   | 2.28         | 35000                            | 190.37               |
| 13000                   | 2.32         | 36000                            | 195.81               |
| 14000                   | 2.36         | 37000                            | 201.25               |
| 15000                   | 2.38         | 38000                            |                      |
| 16000                   | 2.42         | 39000                            |                      |
| 17000                   | 2.46         | 40000                            |                      |
| 18000                   | 2.48         | 41000                            |                      |
| 19000                   | 2.50         | 42000                            |                      |
| 20000                   | 2.52         | 43000                            |                      |
| 21000                   | 2.54         | 44000                            |                      |
| 22000                   | 2.60         | 45000                            |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>37789</b> | <b><math>f'c</math> (kg/cm2)</b> | <b>205.54</b>        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 3, grietas de acolumnado vertical. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*  
ING ORLANDO AGUILAR VARGAS  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Romualdo*  
ING. IRIBES DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Romualdo*  
ING. JUAN JOSÉ MIMICHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



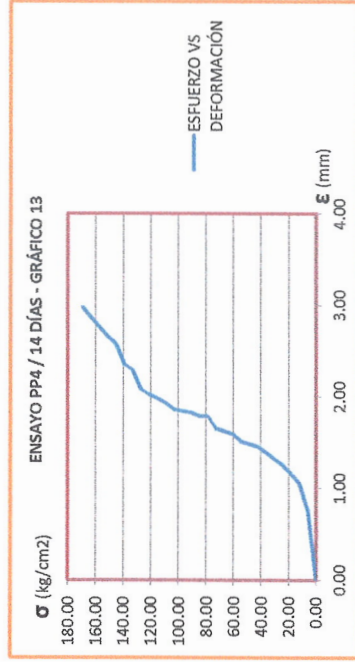
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA POTABLE                                 |                                   |
|-------------------------|--------------|--|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PP4          | DIÁMETRO (cm):                               | 14.50                             |
| FABRICACIÓN:            | 28/04/2016   | DISEÑO:                                      | 210.00                            |
| ENSAYO:                 | 12/05/2016   | FALLA:                                       | TIPO 5                            |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS      | CARGA (Kg)                                   | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                       | 0.00         | 23000  | 139.28                            |
| 1000                    | 0.75         | 24000  | 145.34                            |
| 2000                    | 1.05         | 25000  | 151.40                            |
| 3000                    | 1.15         | 26000  | 157.45                            |
| 4000                    | 1.25         | 27000  | 163.51                            |
| 5000                    | 1.31         | 28000  | 169.56                            |
| 6000                    | 1.39         | 29000  |                                   |
| 7000                    | 1.45         | 30000  |                                   |
| 8000                    | 1.48         | 31000  |                                   |
| 9000                    | 1.51         | 32000  |                                   |
| 10000                   | 1.59         | 33000  |                                   |
| 11000                   | 1.62         | 34000  |                                   |
| 12000                   | 1.65         | 35000  |                                   |
| 13000                   | 1.78         | 36000  |                                   |
| 14000                   | 1.79         | 37000  |                                   |
| 15000                   | 1.82         | 38000  |                                   |
| 16000                   | 1.84         | 39000  |                                   |
| 17000                   | 1.86         | 40000  |                                   |
| 18000                   | 1.93         | 41000  |                                   |
| 19000                   | 1.98         | 42000  |                                   |
| 20000                   | 2.02         | 43000  |                                   |
| 21000                   | 2.08         | 44000  |                                   |
| 22000                   | 2.29         | 45000  |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>28871</b> | <b><math>f'_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>174.84</b>                     |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales en la parte superior y fondo del cilindro. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALFARO  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RUIZ AZÁÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

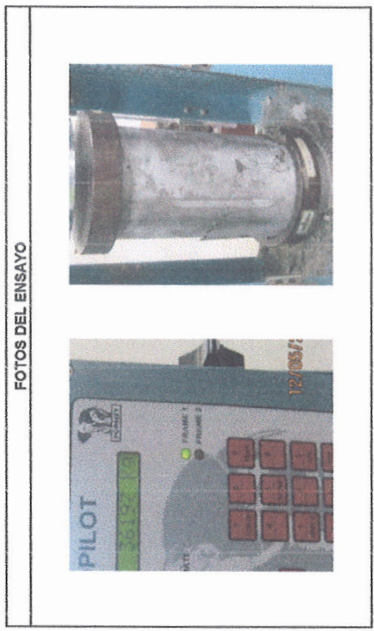
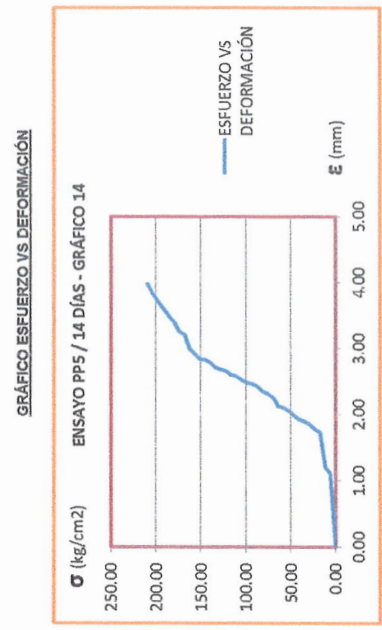
VÍCTOR OCHOA MINCHÁN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

**DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL**

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |            | AGUA POTABLE   |                      |
|-------------------------|------------|----------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PP5        | DIÁMETRO (cm): | 14.80                |
| FABRICACIÓN:            | 28/04/2016 | DISEÑO:        | 210.00               |
| ENSAJO:                 | 12/05/2016 | FALLA:         | TIPO 2               |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS    | CARGA (Kg)     | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00       | 23000          | 133.69               |
| 1000                    | 1.10       | 24000          | 139.51               |
| 2000                    | 1.20       | 25000          | 145.32               |
| 3000                    | 1.73       | 26000          | 151.13               |
| 4000                    | 1.78       | 27000          | 156.95               |
| 5000                    | 1.85       | 28000          | 162.76               |
| 6000                    | 1.89       | 29000          | 168.57               |
| 7000                    | 1.92       | 30000          | 174.38               |
| 8000                    | 1.98       | 31000          | 180.20               |
| 9000                    | 2.05       | 32000          | 186.01               |
| 10000                   | 2.10       | 33000          | 191.82               |
| 11000                   | 2.12       | 34000          | 197.64               |
| 12000                   | 2.25       | 35000          | 203.45               |
| 13000                   | 2.31       | 36000          | 209.26               |
| 14000                   | 2.35       | 37000          |                      |
| 15000                   | 2.42       | 38000          |                      |
| 16000                   | 2.46       | 39000          |                      |
| 17000                   | 2.48       | 40000          |                      |
| 18000                   | 2.52       | 41000          |                      |
| 19000                   | 2.57       | 42000          |                      |
| 20000                   | 2.60       | 43000          |                      |
| 21000                   | 2.65       | 44000          |                      |
| 22000                   | 2.68       |                |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> |            | <b>36197</b>   | <b>210.41</b>        |



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 2, donde hay grietas verticales en un extremo formando un cono. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Iván Rogelio Vargas Sánchez*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALVARGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irene del Rosario Ramírez Zañero*  
ING. IRENE DEL ROSARIO RAMÍREZ ZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Jesse de la Cruz Minchay*  
ING. JESSE DE LA CRUZ MINCHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

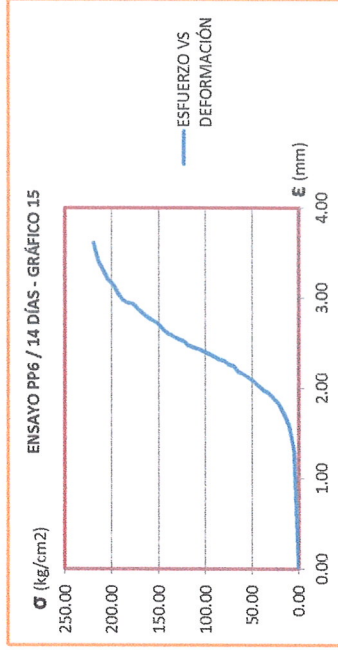
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA POTABLE                     |                      | 15.40            |                      |
|-------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| CODIGO:                 | PP6          | DIÁMETRO (cm):                   | 210.00               |                  |                      |
| FABRICACIÓN:            | 28/04/2016   | DISEÑO:                          | TIPO 3               |                  |                      |
| ENSAJO:                 | 12/05/2016   | FALLA:                           | TIPO 3               |                  |                      |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS      | CARGA (Kg)                       | RESISTENCIA (kg/cm2) | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00         | 23000                            | 0.00                 | 2.52             | 123.48               |
| 1000                    | 1.31         | 24000                            | 5.37                 | 2.54             | 128.85               |
| 2000                    | 1.58         | 25000                            | 10.74                | 2.58             | 134.22               |
| 3000                    | 1.71         | 26000                            | 16.11                | 2.60             | 139.59               |
| 4000                    | 1.82         | 27000                            | 21.47                | 2.64             | 144.95               |
| 5000                    | 1.88         | 28000                            | 26.84                | 2.71             | 150.32               |
| 6000                    | 1.94         | 29000                            | 32.21                | 2.75             | 155.69               |
| 7000                    | 1.97         | 30000                            | 37.58                | 2.78             | 161.06               |
| 8000                    | 2.02         | 31000                            | 42.95                | 2.82             | 166.43               |
| 9000                    | 2.07         | 32000                            | 48.32                | 2.87             | 171.80               |
| 10000                   | 2.11         | 33000                            | 53.69                | 2.93             | 177.17               |
| 11000                   | 2.15         | 34000                            | 59.06                | 2.94             | 182.54               |
| 12000                   | 2.18         | 35000                            | 64.42                | 2.98             | 187.90               |
| 13000                   | 2.24         | 36000                            | 69.79                | 3.05             | 193.27               |
| 14000                   | 2.26         | 37000                            | 75.16                | 3.15             | 198.64               |
| 15000                   | 2.30         | 38000                            | 80.53                | 3.21             | 204.01               |
| 16000                   | 2.32         | 39000                            | 85.90                | 3.31             | 209.38               |
| 17000                   | 2.35         | 40000                            | 91.27                | 3.41             | 214.75               |
| 18000                   | 2.38         | 41000                            | 96.64                | 3.61             | 220.12               |
| 19000                   | 2.41         | 42000                            | 102.01               |                  |                      |
| 20000                   | 2.43         | 43000                            | 107.37               |                  |                      |
| 21000                   | 2.45         | 44000                            | 112.74               |                  |                      |
| 22000                   | 2.47         | 45000                            | 118.11               |                  |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>41470</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm2)</b> | <b>222.64</b>        |                  |                      |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 3, grietas de acolumnado vertical. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALVARADO  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RIVAS AZANERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR CUZCO MINCHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

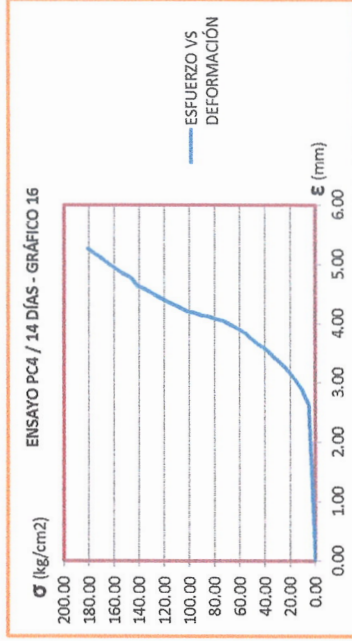
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

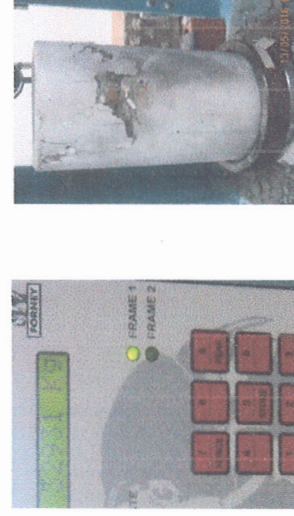
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE CANAL                               |                                   |
|-------------------------|--------------|---|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PC4          | DIÁMETRO (cm):                              | 15.00                             |
| FABRICACIÓN:            | 29/04/2016   | DISEÑO:                                     | 210.00                            |
| ENSAJO:                 | 13/05/2016   | FALLA:                                      | TIPO 2                            |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS      | CARGA (Kg)                                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                       | 0.00         | 23000                                       | 130.15                            |
| 1000                    | 2.62         | 24000                                       | 135.81                            |
| 2000                    | 2.91         | 25000                                       | 141.47                            |
| 3000                    | 3.08         | 26000                                       | 147.13                            |
| 4000                    | 3.22         | 27000                                       | 152.79                            |
| 5000                    | 3.35         | 28000                                       | 158.45                            |
| 6000                    | 3.45         | 29000                                       | 164.11                            |
| 7000                    | 3.58         | 30000                                       | 169.77                            |
| 8000                    | 3.65         | 31000                                       | 175.42                            |
| 9000                    | 3.74         | 32000                                       | 181.08                            |
| 10000                   | 3.85         | 33000                                       |                                   |
| 11000                   | 3.92         | 34000                                       |                                   |
| 12000                   | 3.98         | 35000                                       |                                   |
| 13000                   | 4.05         | 36000                                       |                                   |
| 14000                   | 4.07         | 37000                                       |                                   |
| 15000                   | 4.12         | 38000                                       |                                   |
| 16000                   | 4.14         | 39000                                       |                                   |
| 17000                   | 4.16         | 40000                                       |                                   |
| 18000                   | 4.21         | 41000                                       |                                   |
| 19000                   | 4.27         | 42000                                       |                                   |
| 20000                   | 4.32         | 43000                                       |                                   |
| 21000                   | 4.38         | 44000                                       |                                   |
| 22000                   | 4.45         | 45000                                       |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>32331</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>186.35</b>                     |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 2, donde hay grietas verticales en un extremo formando un cono. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALVARA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR CUZCO MINCHÁN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

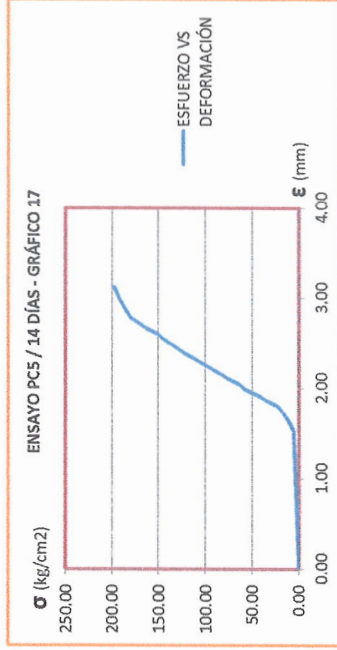
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

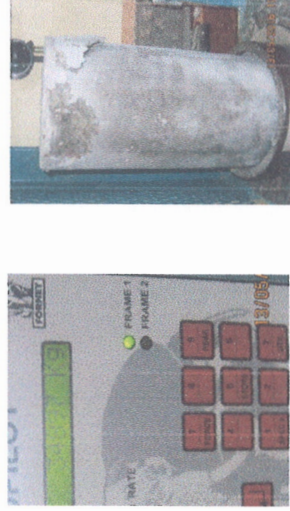
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA DE CANAL                               |                                   |
|-------------------------|------------------|---|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PC6              | DIÁMETRO (cm):                              | 14.80                             |
| FABRICACIÓN:            | 29/04/2016       | DISEÑO:                                     | 210.00                            |
| ENSAYO:                 | 13/05/2016       | FALLA:                                      | TIPO 6                            |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS          | CARGA (Kg)                                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CARGA (kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )           | DEFORMACIÓN (mm)                  |
| 0                       | 0.00             | 0.00  | 2.47                              |
| 1000                    | 1.53             | 5.81  | 2.51                              |
| 2000                    | 1.64             | 11.63                                       | 2.55                              |
| 3000                    | 1.73             | 17.44                                       | 2.60                              |
| 4000                    | 1.80             | 23.25                                       | 2.63                              |
| 5000                    | 1.83             | 29.06                                       | 2.66                              |
| 6000                    | 1.86             | 34.88                                       | 2.70                              |
| 7000                    | 1.90             | 40.69                                       | 2.74                              |
| 8000                    | 1.93             | 46.50                                       | 2.78                              |
| 9000                    | 1.96             | 52.32                                       | 2.88                              |
| 10000                   | 1.99             | 58.13                                       | 2.99                              |
| 11000                   | 2.04             | 63.94                                       | 3.12                              |
| 12000                   | 2.07             | 69.75                                       |                                   |
| 13000                   | 2.10             | 75.57                                       |                                   |
| 14000                   | 2.14             | 81.38                                       |                                   |
| 15000                   | 2.18             | 87.19                                       |                                   |
| 16000                   | 2.21             | 93.01                                       |                                   |
| 17000                   | 2.25             | 98.82                                       |                                   |
| 18000                   | 2.28             | 104.63                                      |                                   |
| 19000                   | 2.32             | 110.44                                      |                                   |
| 20000                   | 2.36             | 116.26                                      |                                   |
| 21000                   | 2.39             | 122.07                                      |                                   |
| 22000                   | 2.43             | 127.88                                      |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>34897</b>     | <b><math>f'c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>202.85</b>                     |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 6, donde hay fracturas laterales en la parte superior o fondo del elemento, similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acantado. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*

ING. ORLANDO AGUILAR ALMAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*

ING. IRVINE DEL ROSARIO LAMINE AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*

VICTOR SUZCO MINCHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

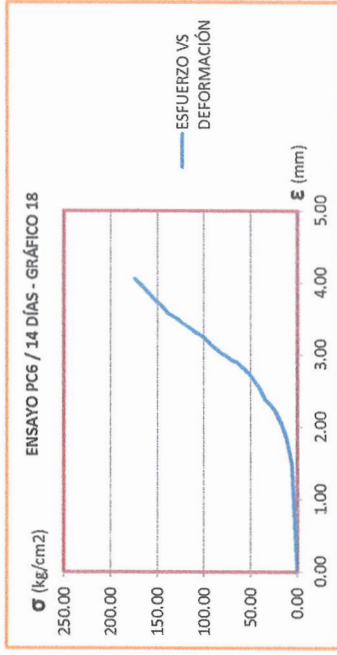
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

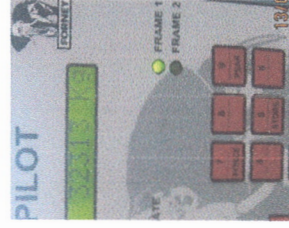
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                  | AGUA DE CANAL                     |                             | TIPO 6           |                                   |
|--------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|
| CARGA (kg)         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA (Kg)                  | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                  | 0.00             | 0.00                              | 23000                       | 3.54             | 133.69                            |
| 1000               | 1.47             | 5.81                              | 24000                       | 3.58             | 139.51                            |
| 2000               | 1.85             | 11.63                             | 25000                       | 3.68             | 145.32                            |
| 3000               | 2.05             | 17.44                             | 26000                       | 3.74             | 151.13                            |
| 4000               | 2.21             | 23.25                             | 27000                       | 3.82             | 156.95                            |
| 5000               | 2.31             | 29.06                             | 28000                       | 3.90             | 162.76                            |
| 6000               | 2.38             | 34.88                             | 29000                       | 3.98             | 168.57                            |
| 7000               | 2.54             | 40.69                             | 30000                       | 4.05             | 174.38                            |
| 8000               | 2.65             | 46.50                             | 31000                       | 4.05             | 180.20                            |
| 9000               | 2.75             | 52.32                             | 32000                       | 4.05             | 186.01                            |
| 10000              | 2.82             | 58.13                             | 33000                       | 4.05             | 191.82                            |
| 11000              | 2.89             | 63.94                             | 34000                       | 4.05             | 197.64                            |
| 12000              | 2.92             | 69.75                             | 35000                       | 4.05             | 203.45                            |
| 13000              | 2.98             | 75.57                             | 36000                       |                  |                                   |
| 14000              | 3.02             | 81.38                             | 37000                       |                  |                                   |
| 15000              | 3.08             | 87.19                             | 38000                       |                  |                                   |
| 16000              | 3.14             | 93.01                             | 39000                       |                  |                                   |
| 17000              | 3.22             | 98.82                             | 40000                       |                  |                                   |
| 18000              | 3.26             | 104.63                            | 41000                       |                  |                                   |
| 19000              | 3.32             | 110.44                            | 42000                       |                  |                                   |
| 20000              | 3.36             | 116.26                            | 43000                       |                  |                                   |
| 21000              | 3.43             | 122.07                            | 44000                       |                  |                                   |
| 22000              | 3.49             | 127.88                            | 45000                       |                  |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   |                  | 32313                             | $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |                  | 187.83                            |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 6, donde hay fracturas laterales en la parte superior o fondo del elemento, similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acentuado. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR VARGAS  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASESORA DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

ING. VICTOR CUCCO MENCHAY  
JEFE DEL LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

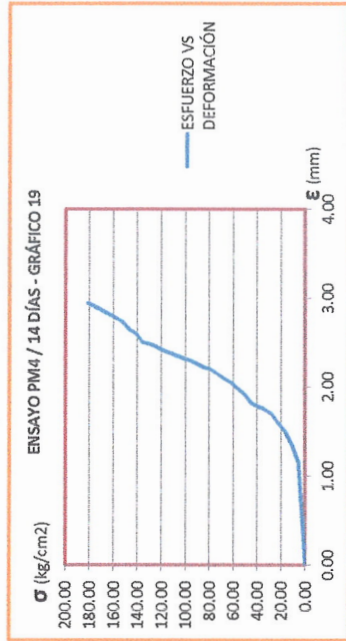
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

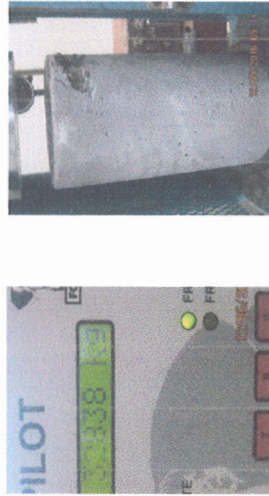
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                  | AGUA DE MANANTIAL                 |                             | TIPO 5                            |                                   |
|--------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:            | PM4              | DIÁMETRO (cm):                    | 15.00                       | DEFORMACIÓN (mm)                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| FABRICACIÓN:       | 28/04/2016       | DISEÑO:                           | 210.00                      | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| ENSAYO:            | 12/05/2016       | FALLA:                            |                             |                                   |                                   |
| DÍAS DE CURADO:    | 14 DÍAS          | CARGA (Kg)                        |                             |                                   |                                   |
| CARGA (Kg)         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |                             |                                   |                                   |
| 0                  | 0.00             | 0.00                              | 23000                       | 2.48                              | 130.15                            |
| 1000               | 1.15             | 5.66                              | 24000                       | 2.50                              | 135.81                            |
| 2000               | 1.35             | 11.32                             | 25000                       | 2.60                              | 141.47                            |
| 3000               | 1.50             | 16.98                             | 26000                       | 2.65                              | 147.13                            |
| 4000               | 1.60             | 22.64                             | 27000                       | 2.74                              | 152.79                            |
| 5000               | 1.70             | 28.29                             | 28000                       | 2.78                              | 158.45                            |
| 6000               | 1.75             | 33.95                             | 29000                       | 2.82                              | 164.11                            |
| 7000               | 1.78             | 39.61                             | 30000                       | 2.86                              | 169.77                            |
| 8000               | 1.82             | 45.27                             | 31000                       | 2.90                              | 175.42                            |
| 9000               | 1.92             | 50.93                             | 32000                       | 2.94                              | 181.08                            |
| 10000              | 1.98             | 56.59                             | 33000                       |                                   |                                   |
| 11000              | 2.05             | 62.25                             | 34000                       |                                   |                                   |
| 12000              | 2.10             | 67.91                             | 35000                       |                                   |                                   |
| 13000              | 2.15             | 73.56                             | 36000                       |                                   |                                   |
| 14000              | 2.20             | 79.22                             | 37000                       |                                   |                                   |
| 15000              | 2.22             | 84.88                             | 38000                       |                                   |                                   |
| 16000              | 2.26             | 90.54                             | 39000                       |                                   |                                   |
| 17000              | 2.30             | 96.20                             | 40000                       |                                   |                                   |
| 18000              | 2.32             | 101.86                            | 41000                       |                                   |                                   |
| 19000              | 2.35             | 107.52                            | 42000                       |                                   |                                   |
| 20000              | 2.38             | 113.18                            | 43000                       |                                   |                                   |
| 21000              | 2.41             | 118.84                            | 44000                       |                                   |                                   |
| 22000              | 2.45             | 124.49                            | 45000                       |                                   |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   |                  | 32838                             | $F_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |                                   | 185.83                            |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales en la parte superior y fondo del cilindro. Concluímos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39.

ING. ORLANDO AGUILAR YANGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR HUGO MINCHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

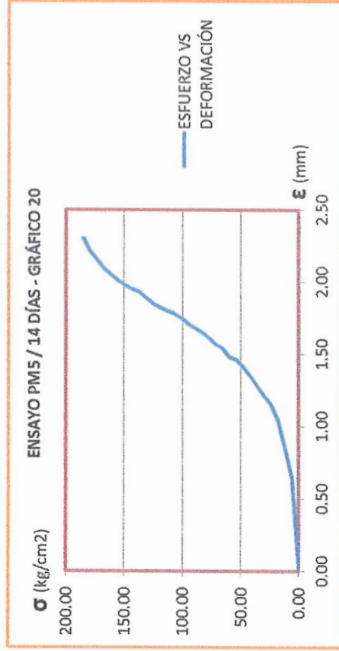
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE MANANTIAL                |                      |
|-------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PM5          | DIÁMETRO (cm):                   | 14.60                |
| FABRICACIÓN:            | 28/04/2016   | DISEÑO:                          | 210.00               |
| ENSAYO:                 | 12/05/2016   | FALLA:                           | TIPO 5               |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS      | CARGA (Kg)                       | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00         | 23000                            | 137.38               |
| 1000                    | 0.64         | 24000                            | 143.36               |
| 2000                    | 0.85         | 25000                            | 149.33               |
| 3000                    | 1.04         | 26000                            | 155.30               |
| 4000                    | 1.15         | 27000                            | 161.28               |
| 5000                    | 1.21         | 28000                            | 167.25               |
| 6000                    | 1.28         | 29000                            | 173.22               |
| 7000                    | 1.35         | 30000                            | 179.19               |
| 8000                    | 1.41         | 31000                            | 185.17               |
| 9000                    | 1.46         | 32000                            |                      |
| 10000                   | 1.48         | 33000                            |                      |
| 11000                   | 1.54         | 34000                            |                      |
| 12000                   | 1.57         | 35000                            |                      |
| 13000                   | 1.61         | 36000                            |                      |
| 14000                   | 1.65         | 37000                            |                      |
| 15000                   | 1.68         | 38000                            |                      |
| 16000                   | 1.71         | 39000                            |                      |
| 17000                   | 1.75         | 40000                            |                      |
| 18000                   | 1.78         | 41000                            |                      |
| 19000                   | 1.80         | 42000                            |                      |
| 20000                   | 1.82         | 43000                            |                      |
| 21000                   | 1.85         | 44000                            |                      |
| 22000                   | 1.89         | 45000                            |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>31131</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm2)</b> | <b>185.95</b>        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales en la parte superior y fondo del cilindro. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALVARÁ  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAMOS AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR CUZCO MIPHEYAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

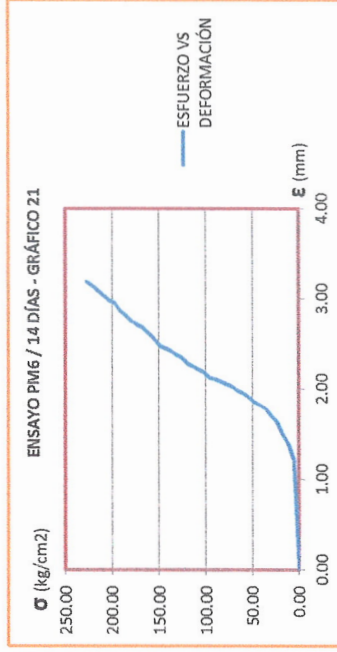
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE MANANTIAL                           |                      | 14.60                |                  |
|-------------------------|--------------|---|----------------------|----------------------|------------------|
| CÓDIGO:                 | PM6          | DIÁMETRO (cm):                              | 210.00               |                      |                  |
| FABRICACIÓN:            | 28/04/2016   | DISEÑO:                                     | TIPO 2               |                      |                  |
| ENSAYO:                 | 12/05/2016   | FALLA:                                      | RESISTENCIA (kg/cm2) |                      |                  |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS      | CARGA (Kg)                                  | DEFORMACIÓN (mm)     | RESISTENCIA (kg/cm2) | DEFORMACIÓN (mm) |
| 0                       | 0.00         | 23000                                       | 2.42                 | 137.38               |                  |
| 1000                    | 1.21         | 24000                                       | 2.45                 | 143.36               |                  |
| 2000                    | 1.40         | 25000                                       | 2.48                 | 149.33               |                  |
| 3000                    | 1.50         | 26000                                       | 2.55                 | 155.30               |                  |
| 4000                    | 1.64         | 27000                                       | 2.62                 | 161.28               |                  |
| 5000                    | 1.70         | 28000                                       | 2.68                 | 167.25               |                  |
| 6000                    | 1.78         | 29000                                       | 2.71                 | 173.22               |                  |
| 7000                    | 1.82         | 30000                                       | 2.75                 | 179.19               |                  |
| 8000                    | 1.85         | 31000                                       | 2.81                 | 185.17               |                  |
| 9000                    | 1.90         | 32000                                       | 2.86                 | 191.14               |                  |
| 10000                   | 1.95         | 33000                                       | 2.95                 | 197.11               |                  |
| 11000                   | 1.98         | 34000                                       | 2.99                 | 203.09               |                  |
| 12000                   | 2.02         | 35000                                       | 3.03                 | 209.06               |                  |
| 13000                   | 2.05         | 36000                                       | 3.09                 | 215.03               |                  |
| 14000                   | 2.08         | 37000                                       | 3.13                 | 221.01               |                  |
| 15000                   | 2.10         | 38000                                       | 3.19                 | 226.98               |                  |
| 16000                   | 2.12         | 39000                                       |                      |                      |                  |
| 17000                   | 2.18         | 40000                                       |                      |                      |                  |
| 18000                   | 2.21         | 41000                                       |                      |                      |                  |
| 19000                   | 2.25         | 42000                                       |                      |                      |                  |
| 20000                   | 2.28         | 43000                                       |                      |                      |                  |
| 21000                   | 2.35         | 44000                                       |                      |                      |                  |
| 22000                   | 2.38         | 45000                                       |                      |                      |                  |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>38058</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>227.33</b>        |                      |                  |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 2, donde hay grietas verticales en un extremo formando un cono. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*

ING. ORLANDO AGUILAR ALLIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rosario*

ING. IRIS DEL ROSARIO FERNÁNDEZ AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Rosario*

ING. VICTOR CUZCO MARCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



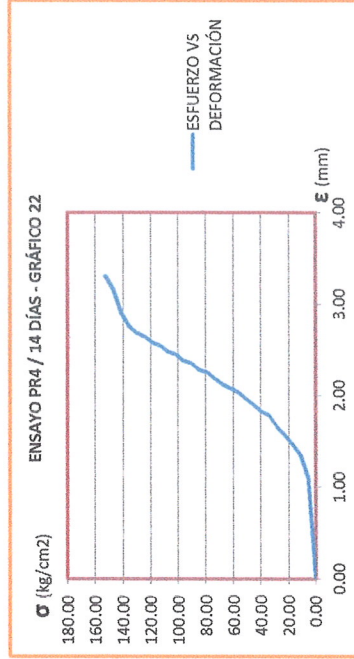
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

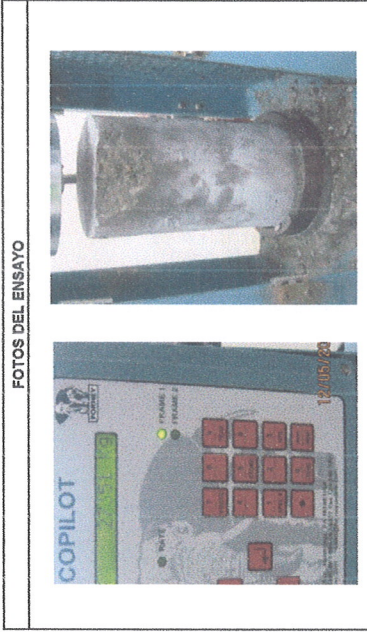
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                  | AGUA DE RÍO                       |                             |                  |                                   |
|--------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:            | PR4              | DIÁMETRO (cm):                    | 15.00                       |                  |                                   |
| FABRICACIÓN:       | 28/04/2016       | TIPO 5                            |                             |                  |                                   |
| ENSAYO:            | 12/05/2016       | DESIGNO:                          | 210.00                      |                  |                                   |
| DIAS DE CURADO:    | 14 DIAS          | FALLA:                            |                             |                  |                                   |
| CARGA (Kg)         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA (Kg)                  | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                  | 0.00             | 0.00                              | 23000                       | 2.68             | 130.15                            |
| 1000               | 1.10             | 5.66                              | 24000                       | 2.75             | 135.81                            |
| 2000               | 1.35             | 11.32                             | 25000                       | 2.90             | 141.47                            |
| 3000               | 1.46             | 16.98                             | 26000                       | 3.15             | 147.13                            |
| 4000               | 1.56             | 22.64                             | 27000                       | 3.30             | 152.79                            |
| 5000               | 1.65             | 28.29                             | 28000                       |                  |                                   |
| 6000               | 1.78             | 33.95                             | 29000                       |                  |                                   |
| 7000               | 1.82             | 39.61                             | 30000                       |                  |                                   |
| 8000               | 1.90             | 45.27                             | 31000                       |                  |                                   |
| 9000               | 1.96             | 50.93                             | 32000                       |                  |                                   |
| 10000              | 2.03             | 56.59                             | 33000                       |                  |                                   |
| 11000              | 2.08             | 62.25                             | 34000                       |                  |                                   |
| 12000              | 2.12             | 67.91                             | 35000                       |                  |                                   |
| 13000              | 2.18             | 73.56                             | 36000                       |                  |                                   |
| 14000              | 2.25             | 79.22                             | 37000                       |                  |                                   |
| 15000              | 2.28             | 84.88                             | 38000                       |                  |                                   |
| 16000              | 2.35             | 90.54                             | 39000                       |                  |                                   |
| 17000              | 2.38             | 96.20                             | 40000                       |                  |                                   |
| 18000              | 2.45             | 101.86                            | 41000                       |                  |                                   |
| 19000              | 2.48             | 107.52                            | 42000                       |                  |                                   |
| 20000              | 2.54             | 113.18                            | 43000                       |                  |                                   |
| 21000              | 2.58             | 118.84                            | 44000                       |                  |                                   |
| 22000              | 2.64             | 124.49                            | 45000                       |                  |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   |                  | 27351                             |                             |                  |                                   |
|                    |                  |                                   | $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |                  | 154.77                            |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales en la parte superior y fondo del cilindro. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Iván Rogelio Vargas Sánchez*

ING. ORLANDO AGUILAR ALVARGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rosario Ravines Azañero*

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Alvaro Mijang*

ACTOR CARGO MIJANG  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

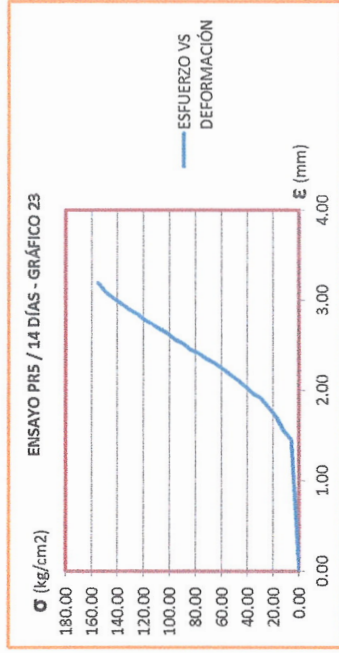
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

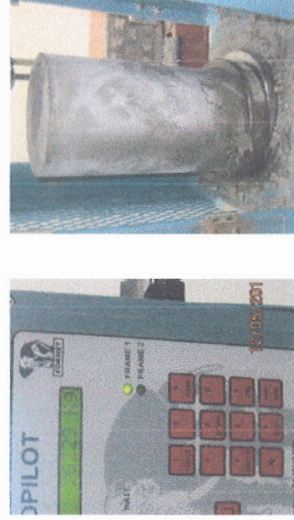
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |            | AGUA DE RÍO                 |                                   |
|--------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:            | PRIS       | DIÁMETRO (cm):              | 14.60                             |
| FABRICACIÓN:       | 28/04/2016 | DISEÑO:                     | 210.00                            |
| ENSAYO:            | 12/05/2016 | FALLA:                      | TIPO 6                            |
| DÍAS DE CURADO:    | 14 DÍAS    | CARGA (Kg)                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                  | 0.00       | 23000                       | 137.38                            |
| 1000               | 1.45       | 24000                       | 143.36                            |
| 2000               | 1.55       | 25000                       | 149.33                            |
| 3000               | 1.70       | 26000                       | 155.30                            |
| 4000               | 1.81       | 27000                       |                                   |
| 5000               | 1.91       | 28000                       |                                   |
| 6000               | 1.96       | 29000                       |                                   |
| 7000               | 2.04       | 30000                       |                                   |
| 8000               | 2.11       | 31000                       |                                   |
| 9000               | 2.18       | 32000                       |                                   |
| 10000              | 2.24       | 33000                       |                                   |
| 11000              | 2.30       | 34000                       |                                   |
| 12000              | 2.35       | 35000                       |                                   |
| 13000              | 2.41       | 36000                       |                                   |
| 14000              | 2.45       | 37000                       |                                   |
| 15000              | 2.52       | 38000                       |                                   |
| 16000              | 2.56       | 39000                       |                                   |
| 17000              | 2.63       | 40000                       |                                   |
| 18000              | 2.68       | 41000                       |                                   |
| 19000              | 2.73       | 42000                       |                                   |
| 20000              | 2.76       | 43000                       |                                   |
| 21000              | 2.85       | 44000                       |                                   |
| 22000              | 2.90       | 45000                       |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   | 26229      | $F_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 156.67                            |

GRÁFICO ESFUERZO VS. DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 6, donde hay fracturas laterales en la parte superior o fondo del elemento, similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acortado. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALVARA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irene*  
ING. IRENE DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*  
ING. IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

**DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL**

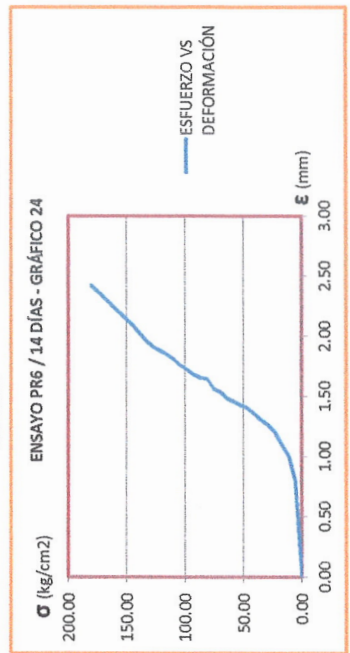
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

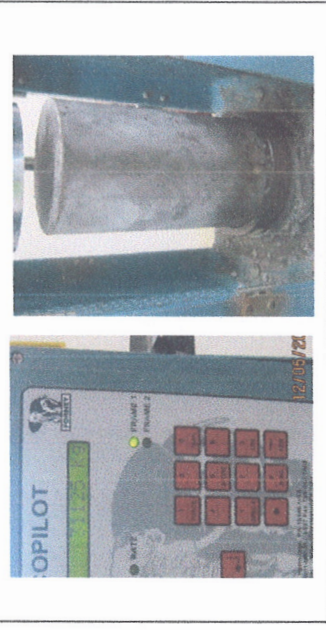
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA DE RÍO                       |                                   |
|-------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PR6              | DIÁMETRO (cm):                    | 14.80                             |
| FABRICACIÓN:            | 28/04/2016       | DESIGNO:                          | 210.00                            |
| ENSAYO:                 | 12/05/2016       | FALLA:                            | TIPO 6                            |
| DÍAS DE CURADO:         | 14 DÍAS          | CARGA (Kg)                        | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| CARGA (Kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN (mm)                  |
| 0                       | 0.00             | 0.00                              | 1.96                              |
| 1000                    | 0.80             | 5.81                              | 2.02                              |
| 2000                    | 1.00             | 11.63                             | 2.09                              |
| 3000                    | 1.10             | 17.44                             | 2.15                              |
| 4000                    | 1.20             | 23.25                             | 2.20                              |
| 5000                    | 1.26             | 29.06                             | 2.25                              |
| 6000                    | 1.30             | 34.88                             | 2.31                              |
| 7000                    | 1.35             | 40.69                             | 2.36                              |
| 8000                    | 1.40             | 46.50                             | 2.42                              |
| 9000                    | 1.42             | 52.32                             |                                   |
| 10000                   | 1.45             | 58.13                             |                                   |
| 11000                   | 1.48             | 63.94                             |                                   |
| 12000                   | 1.53             | 69.75                             |                                   |
| 13000                   | 1.56             | 75.57                             |                                   |
| 14000                   | 1.64             | 81.38                             |                                   |
| 15000                   | 1.65             | 87.19                             |                                   |
| 16000                   | 1.68             | 93.01                             |                                   |
| 17000                   | 1.72             | 98.82                             |                                   |
| 18000                   | 1.76             | 104.63                            |                                   |
| 19000                   | 1.81             | 110.44                            |                                   |
| 20000                   | 1.85             | 116.26                            |                                   |
| 21000                   | 1.88             | 122.07                            |                                   |
| 22000                   | 1.91             | 127.88                            |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> |                  | <b>31125</b>                      | <b>180.92</b>                     |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 6, donde hay fracturas laterales en la parte superior o fondo del elemento, similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acortado. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRIVIE DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASESORA DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR GUZCO MUYCHUA  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

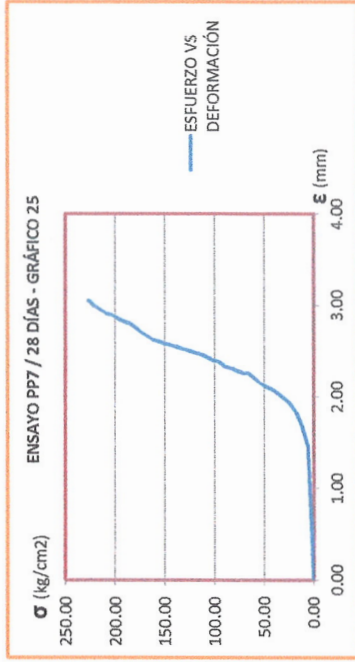
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA POTABLE                             |               |                  |                                   |
|-------------------------|------------------|--|---------------|------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | DIÁMETRO (cm):   | TIPO 6                                   |               | 14.60            |                                   |
| PPT                     |                  |  |               |                  |                                   |
| FABRICACIÓN:            | 23/04/2016       |  |               |                  |                                   |
| ENSAYO:                 | 21/05/2016       |  |               |                  |                                   |
| DÍAS DE CURADO:         | 28 DÍAS          |  |               |                  |                                   |
| CARGA (Kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )        | CARGA (Kg)    | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                       | 0.00             | 0.00                                     | 23000         | 2.54             | 137.38                            |
| 1000                    | 1.46             | 5.97                                     | 24000         | 2.56             | 143.36                            |
| 2000                    | 1.68             | 11.95                                    | 25000         | 2.58             | 149.33                            |
| 3000                    | 1.83             | 17.92                                    | 26000         | 2.60             | 155.30                            |
| 4000                    | 1.92             | 23.89                                    | 27000         | 2.62             | 161.28                            |
| 5000                    | 1.98             | 29.87                                    | 28000         | 2.66             | 167.25                            |
| 6000                    | 2.03             | 35.84                                    | 29000         | 2.70             | 173.22                            |
| 7000                    | 2.08             | 41.81                                    | 30000         | 2.75             | 179.19                            |
| 8000                    | 2.11             | 47.79                                    | 31000         | 2.80             | 185.17                            |
| 9000                    | 2.15             | 53.76                                    | 32000         | 2.82             | 191.14                            |
| 10000                   | 2.20             | 59.73                                    | 33000         | 2.85             | 197.11                            |
| 11000                   | 2.25             | 65.70                                    | 34000         | 2.89             | 203.09                            |
| 12000                   | 2.26             | 71.68                                    | 35000         | 2.91             | 209.06                            |
| 13000                   | 2.28             | 77.65                                    | 36000         | 2.95             | 215.03                            |
| 14000                   | 2.31             | 83.62                                    | 37000         | 2.99             | 221.01                            |
| 15000                   | 2.33             | 89.60                                    | 38000         | 3.05             | 226.98                            |
| 16000                   | 2.38             | 95.57                                    | 38000         |                  |                                   |
| 17000                   | 2.40             | 101.54                                   | 40000         |                  |                                   |
| 18000                   | 2.43             | 107.52                                   | 41000         |                  |                                   |
| 19000                   | 2.46             | 113.49                                   | 42000         |                  |                                   |
| 20000                   | 2.48             | 119.46                                   | 43000         |                  |                                   |
| 21000                   | 2.50             | 125.44                                   | 44000         |                  |                                   |
| 22000                   | 2.52             | 131.41                                   | 45000         |                  |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>38935</b>     | <b>f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>232.57</b> |                  |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 6, donde hay fracturas laterales en la parte superior o fondo del elemento, similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acortado.  
Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Aguilar*

ING. ORLANDO AGUILAR ALVAREZ  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Sánchez*

ING. IRENE DEL ROSARIO RAYNES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Sánchez*

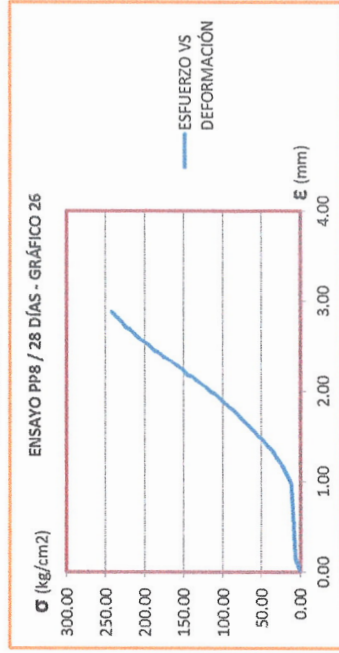
VICTOR QUICO MINCHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

**DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL**  
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVAN ROGELIO VARGAS SANCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA POTABLE                     |                      |
|-------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PP8          | DIÁMETRO (cm):                   | 14.50                |
| FABRICACIÓN:            | 23/04/2016   | DISEÑO:                          | 210.00 kg/cm2        |
| ENSAYO:                 | 21/05/2016   | FALLA:                           | TIPO 5               |
| DÍAS DE CURADO:         | 28 DÍAS      | CARGA (Kg)                       | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00         | 23000                            | 139.28               |
| 1000                    | 0.14         | 24000                            | 145.34               |
| 2000                    | 0.97         | 25000                            | 151.40               |
| 3000                    | 1.08         | 26000                            | 157.45               |
| 4000                    | 1.19         | 27000                            | 163.51               |
| 5000                    | 1.26         | 28000                            | 169.56               |
| 6000                    | 1.34         | 29000                            | 175.62               |
| 7000                    | 1.39         | 30000                            | 181.68               |
| 8000                    | 1.46         | 31000                            | 187.73               |
| 9000                    | 1.50         | 32000                            | 193.79               |
| 10000                   | 1.58         | 33000                            | 199.84               |
| 11000                   | 1.61         | 34000                            | 205.90               |
| 12000                   | 1.66         | 35000                            | 211.95               |
| 13000                   | 1.72         | 36000                            | 218.01               |
| 14000                   | 1.77         | 37000                            | 224.07               |
| 15000                   | 1.81         | 38000                            | 230.12               |
| 16000                   | 1.86         | 39000                            | 236.18               |
| 17000                   | 1.91         | 40000                            | 242.23               |
| 18000                   | 1.96         | 41000                            |                      |
| 19000                   | 1.99         | 42000                            |                      |
| 20000                   | 2.04         | 43000                            |                      |
| 21000                   | 2.08         | 44000                            |                      |
| 22000                   | 2.11         | 45000                            |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>40763</b> | <b><math>f'c</math> (kg/cm2)</b> | <b>246.85</b>        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales en la parte superior y fondo del cilindro. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IVAN ROGELIO VARGAS SANCHEZ  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR SUZCO-MENCHIAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

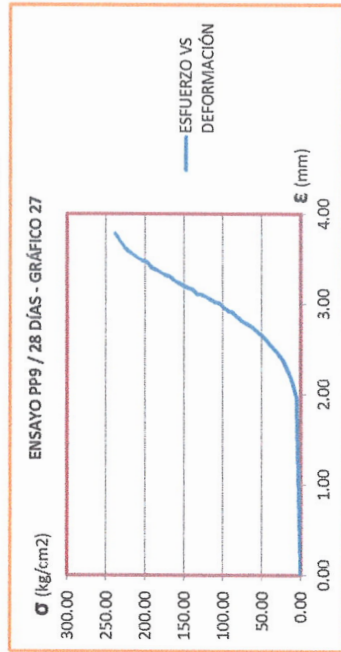
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

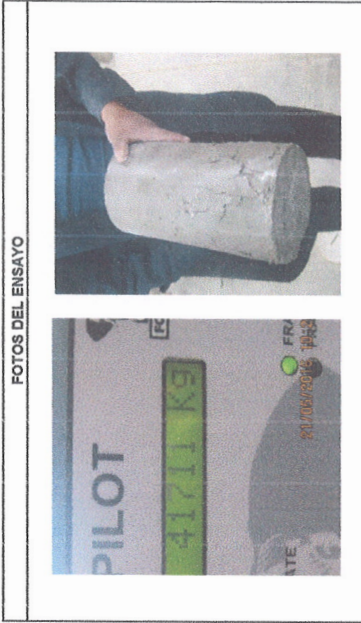
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA POTABLE                                |                                   |        |
|-------------------------|--------------|---|-----------------------------------|--------|
| CÓDIGO:                 | PP9          | DIÁMETRO (cm):                              | 14.80                             |        |
| FABRICACIÓN:            | 23/04/2016   | DISEÑO:                                     | 210.00 kg/cm <sup>2</sup>         |        |
| ENSAYO:                 | 21/05/2016   | FALLA:                                      | TIPO 3                            |        |
| DÍAS DE CURADO:         | 28 DÍAS      | CARGA (Kg)                                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |        |
| 0                       | 0.00         | 23000                                       | 3.11                              | 133.69 |
| 1000                    | 1.97         | 24000                                       | 3.16                              | 139.51 |
| 2000                    | 2.16         | 25000                                       | 3.18                              | 145.32 |
| 3000                    | 2.27         | 26000                                       | 3.20                              | 151.13 |
| 4000                    | 2.38         | 27000                                       | 3.23                              | 156.95 |
| 5000                    | 2.45         | 28000                                       | 3.26                              | 162.76 |
| 6000                    | 2.50         | 29000                                       | 3.30                              | 168.57 |
| 7000                    | 2.56         | 30000                                       | 3.32                              | 174.38 |
| 8000                    | 2.62         | 31000                                       | 3.35                              | 180.20 |
| 9000                    | 2.66         | 32000                                       | 3.38                              | 186.01 |
| 10000                   | 2.71         | 33000                                       | 3.40                              | 191.82 |
| 11000                   | 2.75         | 34000                                       | 3.46                              | 197.64 |
| 12000                   | 2.78         | 35000                                       | 3.48                              | 203.45 |
| 13000                   | 2.81         | 36000                                       | 3.51                              | 209.26 |
| 14000                   | 2.85         | 37000                                       | 3.54                              | 215.07 |
| 15000                   | 2.90         | 38000                                       | 3.58                              | 220.89 |
| 16000                   | 2.92         | 39000                                       | 3.62                              | 226.70 |
| 17000                   | 2.96         | 40000                                       | 3.70                              | 232.51 |
| 18000                   | 3.01         | 41000                                       | 3.78                              | 238.33 |
| 19000                   | 3.02         | 42000                                       |                                   |        |
| 20000                   | 3.05         | 43000                                       |                                   |        |
| 21000                   | 3.08         | 44000                                       |                                   |        |
| 22000                   | 3.10         | 45000                                       |                                   |        |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>41711</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>242.46</b>                     |        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 3, grietas de acolumnado vertical. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALARCON  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO TORRES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR LUZCO MARMONT  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

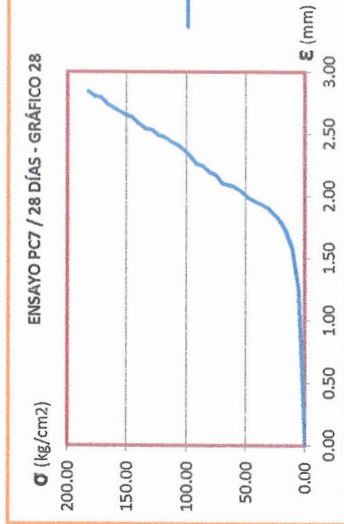
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

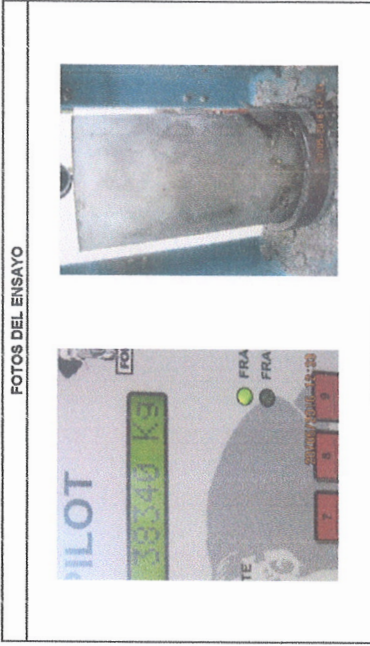
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO YARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                  | AGUA DE CANAL                     |                                   | TIPO 6           |                                   |
|--------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:            | DIÁMETRO (cm):   | DEFORMACIÓN (mm)                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| PC7                | 15.40            |                                   |                                   |                  |                                   |
| FABRICACIÓN:       | 22/04/2016       |                                   |                                   |                  |                                   |
| ENSAYO:            | 20/05/2016       |                                   |                                   |                  |                                   |
| DIAS DE CURADO:    | 28 DÍAS          |                                   |                                   |                  |                                   |
| CARGA (kg)         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg)                        | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                  | 0.00             | 0.00                              | 23000                             | 2.49             | 123.46                            |
| 1000               | 1.25             | 5.37                              | 24000                             | 2.53             | 128.85                            |
| 2000               | 1.58             | 10.74                             | 25000                             | 2.54             | 134.22                            |
| 3000               | 1.72             | 16.11                             | 26000                             | 2.58             | 139.59                            |
| 4000               | 1.81             | 21.47                             | 27000                             | 2.63             | 144.95                            |
| 5000               | 1.86             | 26.84                             | 28000                             | 2.65             | 150.32                            |
| 6000               | 1.91             | 32.21                             | 29000                             | 2.68             | 155.69                            |
| 7000               | 1.94             | 37.58                             | 30000                             | 2.71             | 161.06                            |
| 8000               | 1.96             | 42.95                             | 31000                             | 2.74             | 166.43                            |
| 9000               | 1.99             | 48.32                             | 32000                             | 2.79             | 171.80                            |
| 10000              | 2.04             | 53.69                             | 33000                             | 2.80             | 177.17                            |
| 11000              | 2.07             | 59.06                             | 34000                             | 2.84             | 182.54                            |
| 12000              | 2.09             | 64.42                             | 35000                             | 2.86             | 187.90                            |
| 13000              | 2.10             | 69.79                             | 36000                             | 2.88             | 193.27                            |
| 14000              | 2.17             | 75.16                             | 37000                             | 2.96             | 198.64                            |
| 15000              | 2.19             | 80.53                             | 38000                             | 2.99             | 204.01                            |
| 16000              | 2.24             | 85.90                             | 39000                             |                  |                                   |
| 17000              | 2.26             | 91.27                             | 40000                             |                  |                                   |
| 18000              | 2.32             | 96.64                             | 41000                             |                  |                                   |
| 19000              | 2.37             | 102.01                            | 42000                             |                  |                                   |
| 20000              | 2.41             | 107.37                            | 43000                             |                  |                                   |
| 21000              | 2.44             | 112.74                            | 44000                             |                  |                                   |
| 22000              | 2.47             | 118.11                            | 45000                             |                  |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   | 36340            |                                   | $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )       | 205.84           |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 6, donde hay fracturas laterales en la parte superior o fondo del elemento, similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acentado. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*

ING. ORLANDO AGUILAR ALMIZA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Sánchez*

ING. IRENE DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASESORA DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Vázquez*

VICTOR SUZCO MINCHAM  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C



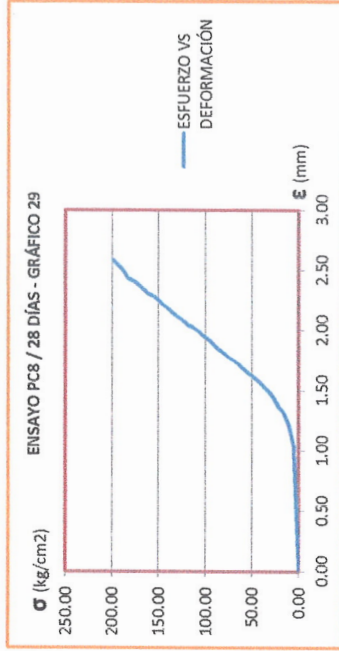
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

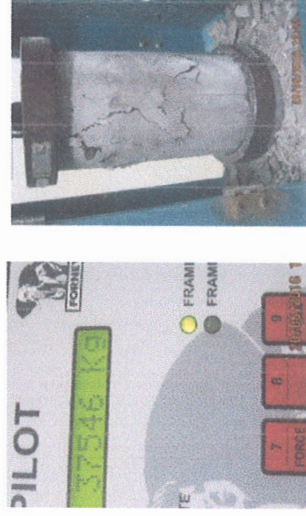
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE CANAL                    |                      |
|-------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|
| CÓDIGO:                 | PC8          | DIÁMETRO (cm):                   | 15.40                |
| FABRICACIÓN:            | 22/04/2016   | DESIGNO:                         | 210.00               |
| ENSAJO:                 | 20/05/2016   | FALLA:                           | TIPO 3               |
| DÍAS DE CURADO:         | 28 DÍAS      | CARGA (Kg)                       | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                       | 0.00         | 23000                            | 123.48               |
| 1000                    | 1.04         | 24000                            | 128.85               |
| 2000                    | 1.21         | 25000                            | 134.22               |
| 3000                    | 1.31         | 26000                            | 139.59               |
| 4000                    | 1.38         | 27000                            | 144.95               |
| 5000                    | 1.44         | 28000                            | 150.32               |
| 6000                    | 1.49         | 29000                            | 155.69               |
| 7000                    | 1.53         | 30000                            | 161.06               |
| 8000                    | 1.58         | 31000                            | 166.43               |
| 9000                    | 1.61         | 32000                            | 171.80               |
| 10000                   | 1.64         | 33000                            | 177.17               |
| 11000                   | 1.68         | 34000                            | 182.54               |
| 12000                   | 1.72         | 35000                            | 187.90               |
| 13000                   | 1.75         | 36000                            | 193.27               |
| 14000                   | 1.78         | 37000                            | 198.64               |
| 15000                   | 1.81         | 38000                            |                      |
| 16000                   | 1.84         | 39000                            |                      |
| 17000                   | 1.88         | 40000                            |                      |
| 18000                   | 1.92         | 41000                            |                      |
| 19000                   | 1.95         | 42000                            |                      |
| 20000                   | 1.99         | 43000                            |                      |
| 21000                   | 2.02         | 44000                            |                      |
| 22000                   | 2.04         | 45000                            |                      |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>37546</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm2)</b> | <b>201.57</b>        |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 3, grietas de acolumnado vertical. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*

ING. ORLANDO AGUILAR ALVARGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rosario*

ING. JENYFER DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Suzanne*

ING. SUZANNE M. O.  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

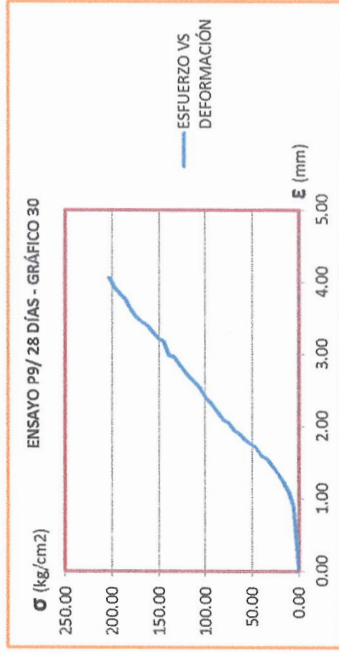
A.S.T.M. C. 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA DE CANAL                     |   | 14.80                             |                                   |
|-------------------------|------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PC9              | DIÁMETRO (cm):                    | 210.00                                      | DEFORMACIÓN (mm)                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| FABRICACIÓN:            | 22/04/2016       | DISEÑO:                           | TIPO 3                                      | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |                                   |
| ENSAJO:                 | 20/05/2016       | FALLA:                            |   |                                   |                                   |
| DÍAS DE CURADO:         | 28 DÍAS          |                                   |   |                                   |                                   |
| CARGA (Kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA (Kg)                                  | DEFORMACIÓN (mm)                  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                       | 0.00             | 0.00                              | 23000                                       | 2.98                              | 133.89                            |
| 1000                    | 0.90             | 5.81                              | 24000                                       | 2.99                              | 139.51                            |
| 2000                    | 1.11             | 11.63                             | 25000                                       | 3.18                              | 145.32                            |
| 3000                    | 1.24             | 17.44                             | 26000                                       | 3.22                              | 151.13                            |
| 4000                    | 1.36             | 23.25                             | 27000                                       | 3.31                              | 156.95                            |
| 5000                    | 1.46             | 29.06                             | 28000                                       | 3.40                              | 162.76                            |
| 6000                    | 1.55             | 34.88                             | 29000                                       | 3.45                              | 168.57                            |
| 7000                    | 1.60             | 40.69                             | 30000                                       | 3.51                              | 174.38                            |
| 8000                    | 1.71             | 46.50                             | 31000                                       | 3.61                              | 180.20                            |
| 9000                    | 1.76             | 52.32                             | 32000                                       | 3.75                              | 186.01                            |
| 10000                   | 1.82             | 58.13                             | 33000                                       | 3.83                              | 191.82                            |
| 11000                   | 1.90             | 63.94                             | 34000                                       | 3.91                              | 197.64                            |
| 12000                   | 1.95             | 69.75                             | 35000                                       | 4.05                              | 203.45                            |
| 13000                   | 2.05             | 75.57                             | 36000                                       |                                   |                                   |
| 14000                   | 2.10             | 81.38                             | 37000                                       |                                   |                                   |
| 15000                   | 2.20             | 87.19                             | 38000                                       |                                   |                                   |
| 16000                   | 2.30             | 93.01                             | 39000                                       |                                   |                                   |
| 17000                   | 2.38             | 98.82                             | 40000                                       |                                   |                                   |
| 18000                   | 2.51             | 104.63                            | 41000                                       |                                   |                                   |
| 19000                   | 2.60             | 110.44                            | 42000                                       |                                   |                                   |
| 20000                   | 2.66             | 116.26                            | 43000                                       |                                   |                                   |
| 21000                   | 2.75             | 122.07                            | 44000                                       |                                   |                                   |
| 22000                   | 2.85             | 127.88                            | 45000                                       |                                   |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> |                  | <b>35718</b>                      | <b><math>f'c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |                                   | <b>207.62</b>                     |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 3, grietas de acolumnado vertical. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Rogelio*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALVARGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Sánchez*  
ING. IRIBRE DEL ROSARIO RAVIJA AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Rogelio*  
VICTOR CUZCO MINGHANI  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

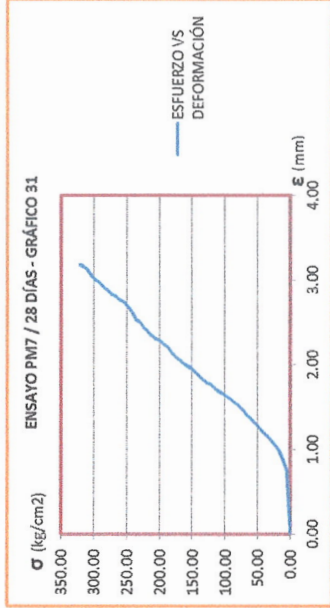
A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA :  
IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                | AGUA DE MANANTIAL                 |                  |                                   |                                   |
|--------------------|----------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:            | DIÁMETRO (cm): | TIPO 1                            |                  | TIPO 2                            |                                   |
| PM7                | 14.50          |                                   |                  |                                   |                                   |
| FABRICACIÓN:       | DISEÑO:        |                                   |                  |                                   |                                   |
| 22/04/2016         | 210.00         |                                   |                  |                                   |                                   |
| ENSAJO:            | FALLA:         |                                   |                  |                                   |                                   |
| 20/05/2016         |                |                                   |                  |                                   |                                   |
| DÍAS DE CURADO:    | CARGA (kg)     | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 28 DÍAS            |                |                                   |                  |                                   |                                   |
| 0                  | 0.00           | 0.00                              | 2.01             | 163.51                            |                                   |
| 1000               | 0.75           | 6.06                              | 2.05             | 168.58                            |                                   |
| 2000               | 0.89           | 12.11                             | 2.09             | 175.62                            |                                   |
| 3000               | 0.99           | 18.17                             | 2.14             | 181.68                            |                                   |
| 4000               | 1.05           | 24.22                             | 2.20             | 187.73                            |                                   |
| 5000               | 1.11           | 30.28                             | 2.24             | 193.79                            |                                   |
| 6000               | 1.16           | 36.34                             | 2.28             | 199.84                            |                                   |
| 7000               | 1.20           | 42.39                             | 2.30             | 205.90                            |                                   |
| 8000               | 1.26           | 48.45                             | 2.34             | 211.95                            |                                   |
| 9000               | 1.31           | 54.50                             | 2.38             | 218.01                            |                                   |
| 10000              | 1.36           | 60.56                             | 2.44             | 224.07                            |                                   |
| 11000              | 1.40           | 66.61                             | 2.50             | 230.12                            |                                   |
| 12000              | 1.46           | 72.67                             | 2.53             | 236.18                            |                                   |
| 13000              | 1.51           | 78.73                             | 2.62             | 242.23                            |                                   |
| 14000              | 1.54           | 84.78                             | 2.68             | 248.29                            |                                   |
| 15000              | 1.56           | 90.84                             | 2.74             | 254.35                            |                                   |
| 16000              | 1.62           | 96.89                             | 2.78             | 260.40                            |                                   |
| 17000              | 1.65           | 102.95                            | 2.80             | 266.46                            |                                   |
| 18000              | 1.68           | 109.01                            | 2.83             | 272.51                            |                                   |
| 19000              | 1.71           | 115.06                            | 2.87             | 278.57                            |                                   |
| 20000              | 1.76           | 121.12                            | 2.91             | 284.62                            |                                   |
| 21000              | 1.78           | 127.17                            | 2.98             | 290.68                            |                                   |
| 22000              | 1.82           | 133.23                            | 2.99             | 296.74                            |                                   |
| 23000              | 1.86           | 139.28                            | 3.04             | 302.79                            |                                   |
| 24000              | 1.91           | 145.34                            | 3.11             | 308.85                            |                                   |
| 25000              | 1.95           | 151.40                            | 3.15             | 314.90                            |                                   |
| 26000              | 1.98           | 157.45                            | 3.18             | 320.96                            |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   | 53500          | $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )       |                  | 323.99                            |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 2, donde hay grietas verticales en un extremo formando un cono. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR SALGADO  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. FABIEN DEL ROSARIO RAMÍREZ AZAÑERO  
ASesor DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VICTOR AZOCOR MITCHELL  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

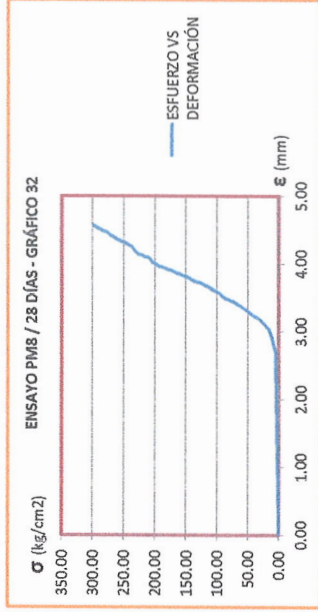
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:<br>CÓDIGO:              | AGUA DE MANANTIAL |                                   | DIÁMETRO (cm):              | DISEÑO:          | FALLA:                            | TIPO 3 |       |
|--|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|--------|-------|
|  | PM8               | 2204/2016                         |                             |                  |                                   | 210.00 | 15.00 |
| FABRICACIÓN:<br>ENSAYO:<br>DÍAS DE CURADO: | 20/05/2016        | 28 DÍAS                           |                             |                  |                                   |        |       |
| CARGA (kg)                                 | DEFORMACIÓN (mm)  | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA (kg)                  | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |        |       |
| 0  | 0.00              | 0.00                              | 27000                       | 3.82             | 152.79                            |        |       |
| 1000                                       | 2.70              | 5.66                              | 28000                       | 3.84             | 158.45                            |        |       |
| 2000                                       | 2.92              | 11.32                             | 29000                       | 3.88             | 164.11                            |        |       |
| 3000                                       | 3.04              | 16.98                             | 30000                       | 3.88             | 169.77                            |        |       |
| 4000                                       | 3.10              | 22.64                             | 31000                       | 3.90             | 175.42                            |        |       |
| 5000                                       | 3.15              | 28.29                             | 32000                       | 3.92             | 181.08                            |        |       |
| 6000                                       | 3.20              | 33.95                             | 33000                       | 3.94             | 186.74                            |        |       |
| 7000                                       | 3.22              | 39.61                             | 34000                       | 3.96             | 192.40                            |        |       |
| 8000                                       | 3.26              | 45.27                             | 35000                       | 3.99             | 198.06                            |        |       |
| 9000                                       | 3.30              | 50.93                             | 36000                       | 4.02             | 203.72                            |        |       |
| 10000                                      | 3.34              | 56.59                             | 37000                       | 4.06             | 209.38                            |        |       |
| 11000                                      | 3.38              | 62.25                             | 38000                       | 4.10             | 215.04                            |        |       |
| 12000                                      | 3.41              | 67.91                             | 39000                       | 4.12             | 220.69                            |        |       |
| 13000                                      | 3.44              | 73.56                             | 40000                       | 4.14             | 226.35                            |        |       |
| 14000                                      | 3.46              | 79.22                             | 41000                       | 4.18             | 232.01                            |        |       |
| 15000                                      | 3.48              | 84.88                             | 42000                       | 4.26             | 237.67                            |        |       |
| 16000                                      | 3.51              | 90.54                             | 43000                       | 4.28             | 243.33                            |        |       |
| 17000                                      | 3.57              | 96.20                             | 44000                       | 4.31             | 248.99                            |        |       |
| 18000                                      | 3.59              | 101.86                            | 45000                       | 4.33             | 254.65                            |        |       |
| 19000                                      | 3.62              | 107.52                            | 46000                       | 4.36             | 260.31                            |        |       |
| 20000                                      | 3.65              | 113.18                            | 47000                       | 4.39             | 265.97                            |        |       |
| 21000                                      | 3.68              | 118.84                            | 48000                       | 4.42             | 271.62                            |        |       |
| 22000                                      | 3.71              | 124.49                            | 49000                       | 4.46             | 277.28                            |        |       |
| 23000                                      | 3.72              | 130.15                            | 50000                       | 4.48             | 282.94                            |        |       |
| 24000                                      | 3.74              | 135.81                            | 51000                       | 4.51             | 288.60                            |        |       |
| 25000                                      | 3.77              | 141.47                            | 52000                       | 4.54             | 294.26                            |        |       |
| 26000                                      | 3.80              | 147.13                            | 53000                       | 4.57             | 299.92                            |        |       |
| CARGA FINAL (kg)                           | 53423             |                                   | $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 302.35           | 269.92                            |        |       |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 3, grietas de acolumnado vertical. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

ING. ORLANDO AGUILAR ALVA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSAL RAVINES ALZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

ING. NÉSTOR MINICHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

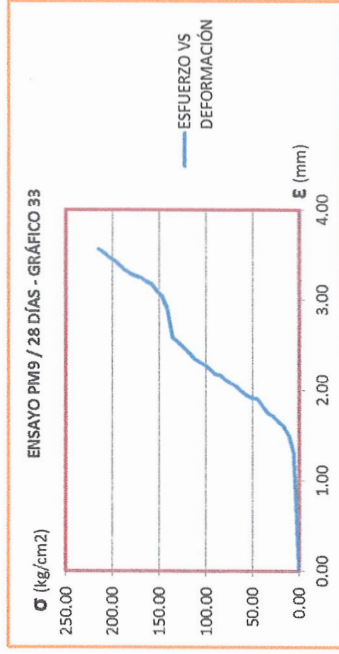
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                  | AGUA DE MANANTIAL    |                | 15.00            |                      |
|--------------------|------------------|----------------------|----------------|------------------|----------------------|
| CÓDIGO:            | PMIS             | DIÁMETRO (cm):       | 210.00         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| FABRICACIÓN:       | 22/04/2016       | DISEÑO:              | TIPO 5         |                  |                      |
| ENSAYO:            | 20/05/2016       | FALLA:               |                |                  |                      |
| DIAS DE CURADO:    | 28 DIAS          |                      |                |                  |                      |
| CARGA (Kg)         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) | CARGA (Kg)     | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm2) |
| 0                  | 0.00             | 0.00                 | 23000          | 2.53             | 130.15               |
| 1000               | 1.30             | 5.66                 | 24000          | 2.58             | 135.81               |
| 2000               | 1.50             | 11.32                | 25000          | 2.93             | 141.47               |
| 3000               | 1.60             | 16.98                | 26000          | 3.04             | 147.13               |
| 4000               | 1.65             | 22.64                | 27000          | 3.10             | 152.79               |
| 5000               | 1.71             | 28.29                | 28000          | 3.17             | 158.45               |
| 6000               | 1.75             | 33.95                | 29000          | 3.20             | 164.11               |
| 7000               | 1.82             | 39.61                | 30000          | 3.24             | 169.77               |
| 8000               | 1.90             | 45.27                | 31000          | 3.26             | 175.42               |
| 9000               | 1.91             | 50.93                | 32000          | 3.29             | 181.08               |
| 10000              | 1.94             | 56.59                | 33000          | 3.33             | 186.74               |
| 11000              | 1.99             | 62.25                | 34000          | 3.38             | 192.40               |
| 12000              | 2.04             | 67.91                | 35000          | 3.43             | 198.06               |
| 13000              | 2.08             | 73.56                | 36000          | 3.47             | 203.72               |
| 14000              | 2.11             | 79.22                | 37000          | 3.52             | 209.38               |
| 15000              | 2.16             | 84.88                | 38000          | 3.56             | 215.04               |
| 16000              | 2.18             | 90.54                | 39000          |                  |                      |
| 17000              | 2.23             | 96.20                | 40000          |                  |                      |
| 18000              | 2.28             | 101.86               | 41000          |                  |                      |
| 19000              | 2.31             | 107.52               | 42000          |                  |                      |
| 20000              | 2.35             | 113.18               | 43000          |                  |                      |
| 21000              | 2.42             | 118.84               | 44000          |                  |                      |
| 22000              | 2.48             | 124.49               | 45000          |                  |                      |
| CARGA FINAL (kg)   | 38882            |                      | $f_c$ (kg/cm2) | 220.03           |                      |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales en la parte superior y fondo del cilindro. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*[Signature]*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALVARGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*[Signature]*  
ING. JRENE DEL ROSARIO NAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*[Signature]*  
ING. ALDO MINGHAY  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

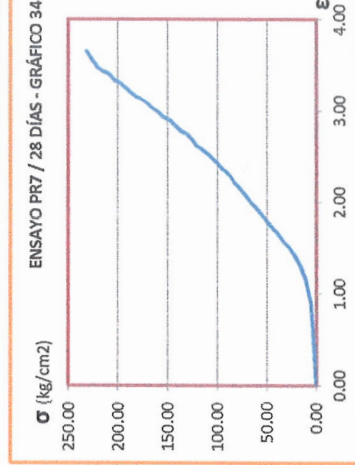
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |                  | AGUA DE RÍO                                 |               | TIPO 6           |                                   |
|-------------------------|------------------|---|---------------|------------------|-----------------------------------|
| CARGA (Kg)              | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )           | CARGA (Kg)    | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                       | 0.00             | 0.00  | 23000         | 2.70             | 126.75                            |
| 1000                    | 0.89             | 5.51  | 24000         | 2.75             | 132.26                            |
| 2000                    | 1.15             | 11.02                                       | 25000         | 2.78             | 137.77                            |
| 3000                    | 1.30             | 16.53                                       | 26000         | 2.85             | 143.28                            |
| 4000                    | 1.41             | 22.04                                       | 27000         | 2.90             | 148.79                            |
| 5000                    | 1.50             | 27.55                                       | 28000         | 2.93             | 154.31                            |
| 6000                    | 1.57             | 33.07                                       | 29000         | 2.99             | 159.82                            |
| 7000                    | 1.65             | 38.58                                       | 30000         | 3.03             | 165.33                            |
| 8000                    | 1.71             | 44.09                                       | 31000         | 3.08             | 170.84                            |
| 9000                    | 1.78             | 49.60                                       | 32000         | 3.12             | 176.35                            |
| 10000                   | 1.86             | 55.11                                       | 33000         | 3.15             | 181.86                            |
| 11000                   | 1.93             | 60.62                                       | 34000         | 3.20             | 187.37                            |
| 12000                   | 1.99             | 66.13                                       | 35000         | 3.25             | 192.88                            |
| 13000                   | 2.08             | 71.64                                       | 36000         | 3.30             | 198.39                            |
| 14000                   | 2.15             | 77.15                                       | 37000         | 3.33             | 203.90                            |
| 15000                   | 2.21             | 82.66                                       | 38000         | 3.40             | 209.41                            |
| 16000                   | 2.30             | 88.17                                       | 39000         | 3.43             | 214.93                            |
| 17000                   | 2.35             | 93.69                                       | 40000         | 3.47             | 220.44                            |
| 18000                   | 2.41             | 99.20                                       | 41000         | 3.55             | 225.95                            |
| 19000                   | 2.48             | 104.71                                      | 42000         | 3.65             | 231.46                            |
| 20000                   | 2.53             | 110.22                                      | 43000         |                  |                                   |
| 21000                   | 2.58             | 115.73                                      | 44000         |                  |                                   |
| 22000                   | 2.62             | 121.24                                      | 45000         |                  |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>42076</b>     | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>231.88</b> |                  |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 6, donde hay fracturas laterales en la parte superior o fondo del elemento, similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acentuado. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Ivan Rogelio Vargas Sanchez*  
ING. ORLANDO AGUILAR ALIAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Rosario Rajnes Azarero*  
ING. IRIS DEL ROSARIO RAJNES AZARERO  
ASESORA DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Victor Zeco Minchan*  
VICTOR ZECO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

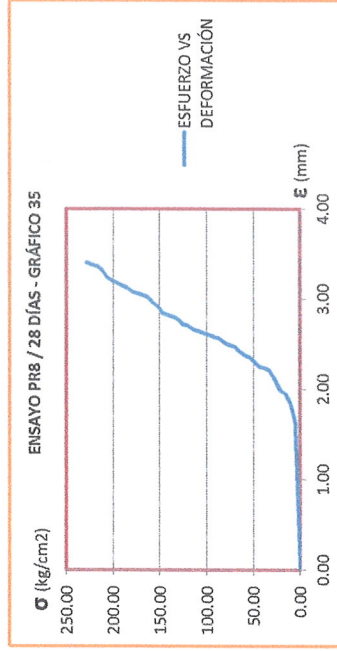
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

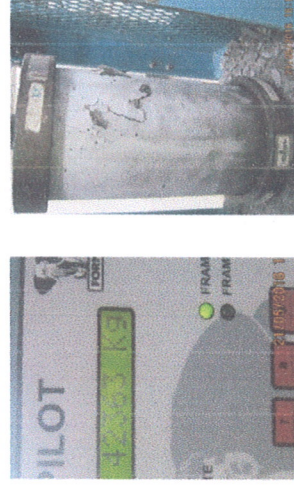
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN: |                  | AGUA DE RÍO                       |            | 15.30            |                                   |
|--------------------|------------------|-----------------------------------|------------|------------------|-----------------------------------|
| CARGA (Kg)         | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) | CARGA (Kg) | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                  | 0.00             | 0.00                              | 23000      | 2.72             | 125.10                            |
| 1000               | 1.64             | 5.44                              | 24000      | 2.78             | 130.54                            |
| 2000               | 1.85             | 10.88                             | 25000      | 2.80             | 135.98                            |
| 3000               | 1.95             | 16.32                             | 26000      | 2.82             | 141.42                            |
| 4000               | 1.99             | 21.76                             | 27000      | 2.84             | 146.86                            |
| 5000               | 2.10             | 27.20                             | 28000      | 2.92             | 152.29                            |
| 6000               | 2.20             | 32.63                             | 29000      | 2.96             | 157.73                            |
| 7000               | 2.23             | 38.07                             | 30000      | 3.02             | 163.17                            |
| 8000               | 2.25             | 43.51                             | 31000      | 3.04             | 168.61                            |
| 9000               | 2.30             | 48.95                             | 32000      | 3.06             | 174.05                            |
| 10000              | 2.35             | 54.39                             | 33000      | 3.08             | 179.49                            |
| 11000              | 2.38             | 59.83                             | 34000      | 3.12             | 184.93                            |
| 12000              | 2.42             | 65.27                             | 35000      | 3.14             | 190.37                            |
| 13000              | 2.47             | 70.71                             | 36000      | 3.18             | 195.81                            |
| 14000              | 2.49             | 76.15                             | 37000      | 3.20             | 201.25                            |
| 15000              | 2.52             | 81.59                             | 38000      | 3.24             | 206.69                            |
| 16000              | 2.56             | 87.03                             | 39000      | 3.32             | 212.13                            |
| 17000              | 2.58             | 92.46                             | 40000      | 3.36             | 217.56                            |
| 18000              | 2.60             | 97.90                             | 41000      | 3.38             | 223.00                            |
| 19000              | 2.62             | 103.34                            | 42000      | 3.40             | 228.44                            |
| 20000              | 2.64             | 108.78                            | 43000      |                  |                                   |
| 21000              | 2.66             | 114.22                            | 44000      |                  |                                   |
| 22000              | 2.70             | 119.66                            | 45000      |                  |                                   |
| CARGA FINAL (kg)   |                  |                                   | 239.42     |                  |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 2, donde hay grietas verticales en un extremo formando un cono. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C 39

*Iván Rogelio Vargas Sánchez*

ING. ORLANDO AGUILAR ALARCA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

*Irène Rogelio Vargas Sánchez*

ING. IRÈNE DEL ROSARIO VARGAS AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

*Victor Cuzco Minchan*

ING. VÍCTOR CUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

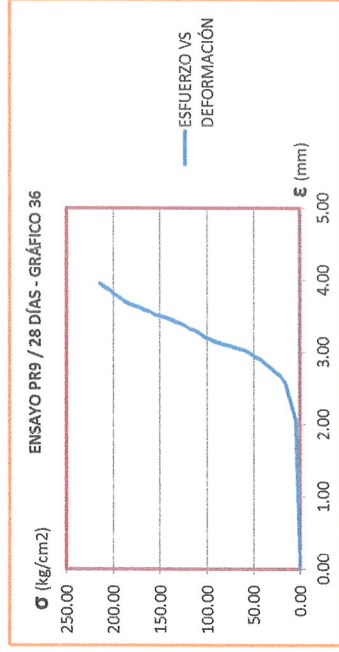
DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIAL

A.S.T.M. C 39

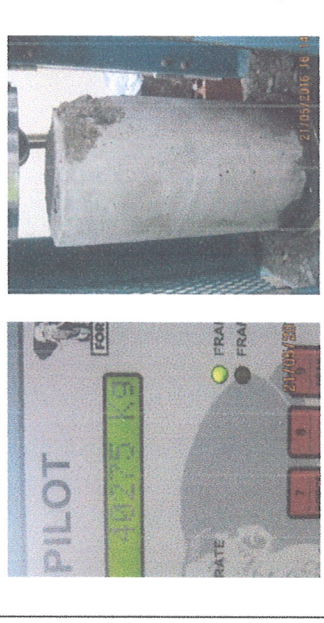
TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"  
TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| TIPO DE ESPECIMEN:      |              | AGUA DE RÍO                                 |                  | 15.40                             |
|-------------------------|--------------|---|------------------|-----------------------------------|
| CÓDIGO:                 | PR9          | DIÁMETRO (cm):                              | TIPO 5           |                                   |
| FABRICACIÓN:            | 23/04/2016   | DISEÑO:                                     | 210.00           | kg/cm <sup>2</sup>                |
| ENSAYO:                 | 21/05/2016   | FALLA:                                      |                  |                                   |
| DÍAS DE CURADO:         | 28 DÍAS      | CARGA (Kg)                                  | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0                       | 0.00         | 23000                                       | 3.36             | 123.48                            |
| 1000                    | 2.06         | 24000                                       | 3.40             | 128.85                            |
| 2000                    | 2.32         | 25000                                       | 3.42             | 134.22                            |
| 3000                    | 2.56         | 26000                                       | 3.46             | 139.59                            |
| 4000                    | 2.66         | 27000                                       | 3.48             | 144.95                            |
| 5000                    | 2.72         | 28000                                       | 3.50             | 150.32                            |
| 6000                    | 2.78         | 29000                                       | 3.52             | 155.69                            |
| 7000                    | 2.83         | 30000                                       | 3.56             | 161.06                            |
| 8000                    | 2.90         | 31000                                       | 3.58             | 166.43                            |
| 9000                    | 2.93         | 32000                                       | 3.62             | 171.80                            |
| 10000                   | 2.96         | 33000                                       | 3.64             | 177.17                            |
| 11000                   | 3.02         | 34000                                       | 3.66             | 182.54                            |
| 12000                   | 3.04         | 35000                                       | 3.70             | 187.90                            |
| 13000                   | 3.06         | 36000                                       | 3.75             | 193.27                            |
| 14000                   | 3.08         | 37000                                       | 3.80             | 198.64                            |
| 15000                   | 3.10         | 38000                                       | 3.86             | 204.01                            |
| 16000                   | 3.12         | 39000                                       | 3.90             | 209.38                            |
| 17000                   | 3.14         | 40000                                       | 3.95             | 214.75                            |
| 18000                   | 3.18         | 41000                                       |                  |                                   |
| 19000                   | 3.20         | 42000                                       |                  |                                   |
| 20000                   | 3.25         | 43000                                       |                  |                                   |
| 21000                   | 3.30         | 44000                                       |                  |                                   |
| 22000                   | 3.32         | 45000                                       |                  |                                   |
| <b>CARGA FINAL (kg)</b> | <b>40275</b> | <b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>216.22</b>    |                                   |

GRÁFICO ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FOTOS DEL ENSAYO



OBSERVACIONES : En la imagen se muestra una falla tipo 5, fracturas laterales en la parte superior y fondo del cilindro. Concluimos en este tipo de falla de acuerdo a la ASTM C. 39

ING. ORLANDO AGUILAR VARGAS  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C

ING. IRENE DEL ROSARIO RAVINES AZANERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C

VÍCTOR EZEQUEL MINCHÁN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C




**Anexo n.º 5. Cuadro de elaboración curado y ruptura de especímenes.**

**PRÁCTICA NORMALIZADA PARA LA ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE  
CONCRETO EN LABORATORIO  
A.S.T.M. C 39**

TESIS : "RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE AGUA, CAJAMARCA 2016"

TESISTA : IVÁN ROGELIO VARGAS SÁNCHEZ

| NÚMERO | CÓDIGO | TIPO DE AGUA      | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE RUPTURA | DÍAS DE CURADO |
|--------|--------|-------------------|----------------------|------------------|----------------|
| 1      | PP1    | AGUA POTABLE      | 19/04/2016           | 26/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 2      | PP2    | AGUA POTABLE      | 19/04/2016           | 26/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 3      | PP3    | AGUA POTABLE      | 19/04/2016           | 26/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 4      | PC1    | AGUA DE CANAL     | 19/04/2016           | 26/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 5      | PC2    | AGUA DE CANAL     | 19/04/2016           | 26/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 6      | PC3    | AGUA DE CANAL     | 19/04/2016           | 26/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 7      | PR1    | AGUA DE RÍO       | 20/04/2016           | 27/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 8      | PR2    | AGUA DE RÍO       | 20/04/2016           | 27/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 9      | PR3    | AGUA DE RÍO       | 20/04/2016           | 27/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 10     | PM1    | AGUA DE MANANTIAL | 20/04/2016           | 27/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 11     | PM2    | AGUA DE MANANTIAL | 20/04/2016           | 27/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 12     | PM3    | AGUA DE MANANTIAL | 20/04/2016           | 27/04/2016       | 7 DÍAS         |
| 13     | PM4    | AGUA DE MANANTIAL | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 14     | PM5    | AGUA DE MANANTIAL | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 15     | PM6    | AGUA DE MANANTIAL | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 16     | PR4    | AGUA DE RÍO       | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 17     | PR5    | AGUA DE RÍO       | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 18     | PR6    | AGUA DE RÍO       | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 19     | PP4    | AGUA POTABLE      | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 20     | PP5    | AGUA POTABLE      | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 21     | PP6    | AGUA POTABLE      | 28/04/2016           | 12/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 22     | PC4    | AGUA DE CANAL     | 29/04/2016           | 13/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 23     | PC5    | AGUA DE CANAL     | 29/04/2016           | 13/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 24     | PC6    | AGUA DE CANAL     | 29/04/2016           | 13/05/2016       | 14 DÍAS        |
| 25     | PC7    | AGUA DE CANAL     | 22/04/2016           | 20/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 26     | PC8    | AGUA DE CANAL     | 22/04/2016           | 20/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 27     | PC9    | AGUA DE CANAL     | 22/04/2016           | 20/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 28     | PM7    | AGUA DE MANANTIAL | 22/04/2016           | 20/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 29     | PM8    | AGUA DE MANANTIAL | 22/04/2016           | 20/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 30     | PM9    | AGUA DE MANANTIAL | 22/04/2016           | 20/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 31     | PP7    | AGUA POTABLE      | 23/04/2016           | 21/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 32     | PP8    | AGUA POTABLE      | 23/04/2016           | 21/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 33     | PP9    | AGUA POTABLE      | 23/04/2016           | 21/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 34     | PR7    | AGUA DE RÍO       | 23/04/2016           | 21/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 35     | PR8    | AGUA DE RÍO       | 23/04/2016           | 21/05/2016       | 28 DÍAS        |
| 36     | PR9    | AGUA DE RÍO       | 23/04/2016           | 21/05/2016       | 28 DÍAS        |



ING. ORLANDO AGUILAR ALTAGA  
DIRECTOR DE CARRERA ING. CIVIL UPN-C



ING. IRENE DEL ROSARIO BAVINES AZAÑERO  
ASESOR DE TESIS ING. CIVIL UPN-C



VICTOR CUZCO MINCHAN  
JEFE DE LABORATORIO ING. CIVIL UPN-C

**Anexo n.º 6. Panel fotográfico.**

**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto n°01:** Inicio de actividades de tesis en laboratorio de la Universidad privada del norte – Cajamarca



**Foto n°02:** Lavado de material fino para calcular el material más fino que pasa por el tamiz 200



**Foto n°03:** ensayo para calcular el peso unitario seco compactado del agregado fino



**Foto n°04:** Técnico en laboratorio de la Universidad privada del norte, realizando el ensayo de peso unitario seco compactado del agregado fino.



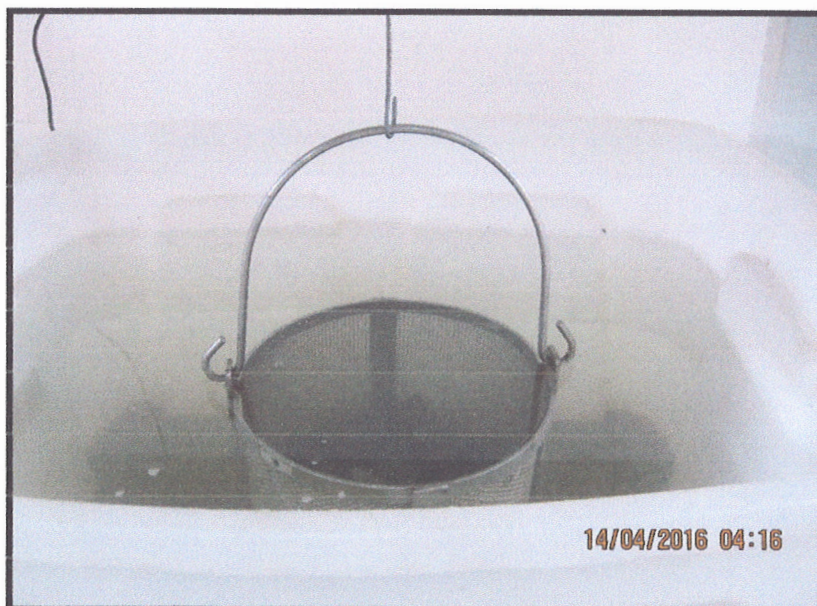
**Foto n°05:** Peso unitario seco suelto del material fino, realizado en el laboratorio de la Universidad privada del norte filial Cajamarca.



**Foto n°06:** Secado de material fino, para ensayo de peso específico. Estado superficialmente seco (sss).



**Foto n°07:** Secado del agregado grueso, después de 24 horas de saturación para ensayo de peso específico (sss). Estado superficialmente seco.



**Foto n°08:** Ensayo de peso específico del agregado grueso – peso sumergido.



**Foto n°09:** Ensayo de peso específico de material grueso con el técnico de laboratorio de la Universidad privada del norte sede Cajamarca.



**Foto n°10:** Ensayo de peso específico – comprobación del material para estar en el estado superficialmente seco.





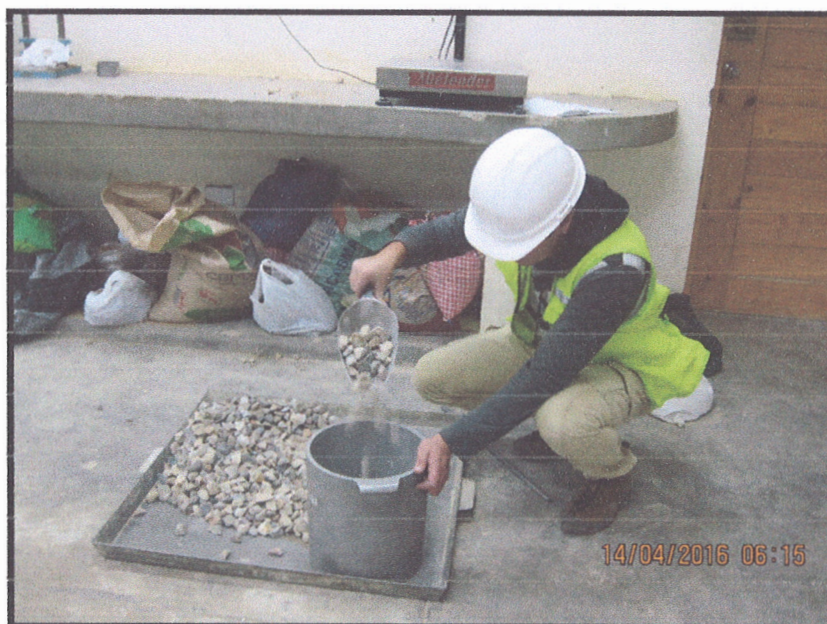
**Foto n°11:** Estado superficialmente seco – para peso específico del material fino.



**Foto n°12:** Ensayo de peso específico en fiola, en el cual calculamos la cantidad de materia orgánica con la muestra que se tiene, secando la muestra en el horno.



**Foto n°13:** Peso unitario seco compactado del agregado grueso.



**Foto n°14:** Ensayo de peso unitario seco suelto del agregado grueso



Foto n°15: Análisis granulométrico del agregado fino



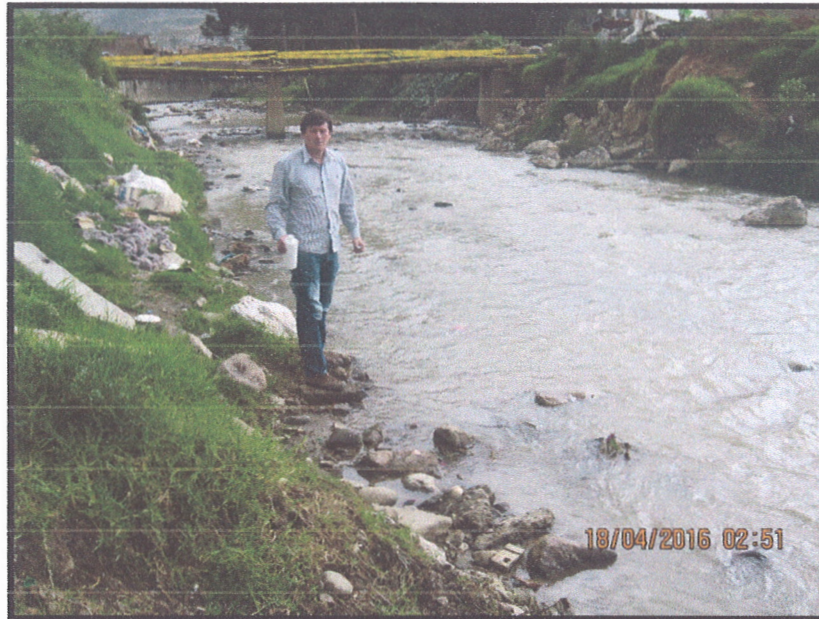
Foto n°16: Análisis granulométrico del agregado grueso



**Foto n°17:** Ensayo de abrasión del agregado grueso en la máquina de los ángeles de la universidad privada del norte



**Foto n°18:** Ensayo de abrasión con técnico en laboratorio, en la Universidad privada del norte Cajamarca.



**Foto n°19:** Toma de muestras del agua del río, para ensayo de laboratorio.



**Foto n°20:** Toma de muestras para ensayo de laboratorio, del agua del manantial la doncella.



**Foto n°21:** Extracción de muestras de agua de canal, para evaluación de sus propiedades en laboratorio.



**Foto n°22:** Moldes listos para empezar muestreo de especímenes de concreto en laboratorio, con los distintos tipos de agua seleccionados en tesis.



**Foto n°23:** Ensayo de asentamiento del concreto para verificar diseño realizado.



**Foto n°24:** Elaboración de especímenes para de concreto en laboratorio.



Foto n°25: Terminado de probetas de concreto en laboratorio.



Foto n°26: Cantera acosta – baños del inca.



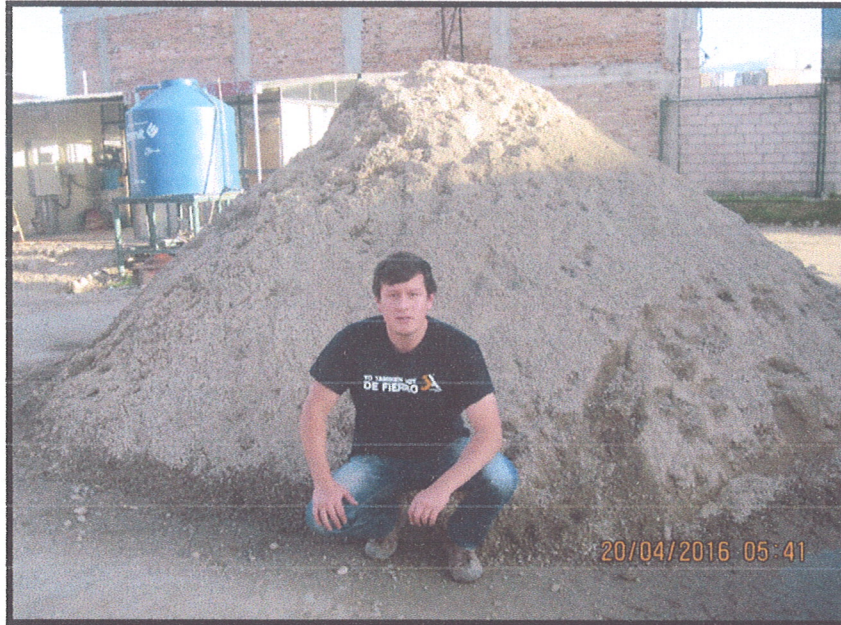


Foto n°27: Cantera Acosta – Baños del Inca.



Foto n°28: Mezclado de concreto para, elaboración de concreto de especímenes.



Foto n°29: Medición de agua para elaboración de especímenes.



Foto n°30: Agua para mezclado de especímenes.



**Foto n°31:** Ensayo de asentamiento del concreto, para verificar si la mezcla está cumpliendo con el diseño elaborado.



**Foto n°32:** Medida del asentamiento.



Foto n°33: Elaboración de especímenes de concreto para 14 días

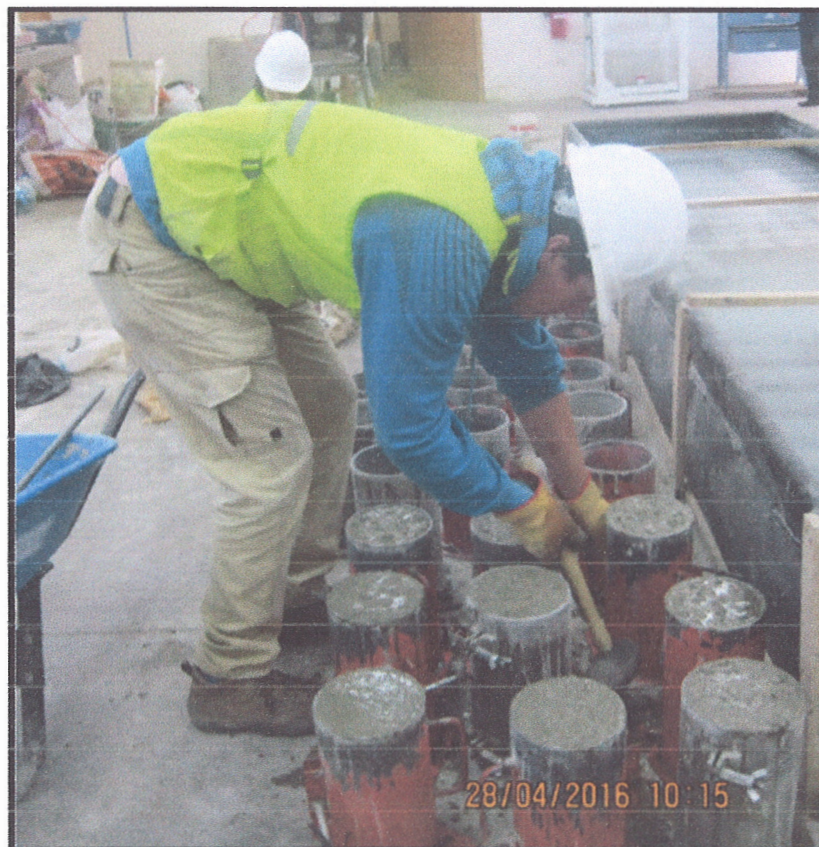


Foto n°34: Elaboración de especímenes para 14 días.



Foto n°35: Elaboración de especímenes para 28 días.



Foto n°36: Elaboración de especímenes para 28 días.



Foto n°37: Ensayo a compresión axial de probetas a los 7 días.



Foto n°38: Ruptura de probetas a los 14 días.



Foto n°39: Ensayo de probetas a los 14 días.

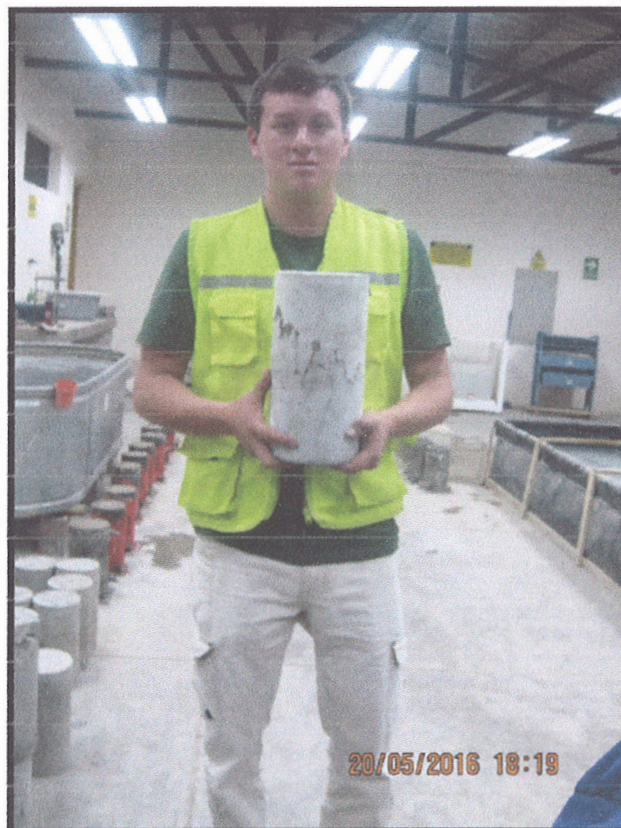


Foto n°40: Ensayo a compresión axial a los 28 días.