



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017”

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero civil**

**Autor:**

Saúl Castro Hernández  
Teófilo Guevara Díaz

**Asesor:**

Ing.Msc. Víctor Hugo Sánchez Terrones

Cajamarca – Perú

2017

## **APROBACIÓN DE LA TESIS**

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el los Bachilleres Saúl Castro Hernández y Teófilo Guevara Díaz, denominada:

**“DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO  
PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA  
CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017”**

---

Ing. Msc. Víctor Hugo Sánchez Terrones  
**ASESOR**

---

Ing. Msc. José Rafael Mejía Chatilán  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Msc. Teresa Chávez Toledo  
**JURADO**

---

Ing. Msc. Hernán Espinoza Chancafe  
**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi amada esposa, por su apoyo y ánimo que me brinda cada día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales, a mi adorado hijo Víctor Guillermo quien con su ternura y travesuras llena nuestro hogar de alegría, a mis padres y hermana, quienes guiaron mis pasos desde mi infancia.

Saúl Castro Hernández

A mi querido padre, el señor Augusto Guevara Vásquez, por su amor incondicional que me ha persuadido toda mi vida.

Teófilo Guevara Díaz

## AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. A mi asesor de tesis, Ing. Msc. Víctor Hugo Sánchez Terrones por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador. También agradezco a mis profesores porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación. Y a mi compañero de tesis porque con su apoyo en ésta última etapa de nuestra vida estudiantil hemos podido concluir esta meta.

Saúl Castro Hernández

A mis padres Augusto Guevara Vásquez y Eva Díaz Rodríguez, a todos mis hermanos y hermanas en especial a María, Gilmer y Elmer, también a las personas que, de una manera u otra han contribuido en mi vida profesional.

Teófilo Guevara Díaz

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### Contenido

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Formulación del problema .....	12
1.3. Justificación .....	12
1.4. Limitaciones .....	12
1.5. Objetivos .....	12
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	12
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	12
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
2.1. Antecedentes .....	13
2.2. Bases Teóricas .....	15
2.2.1. <i>Concreto permeable</i> .....	15
2.3. Definición de términos básicos .....	23
2.4. Hipótesis .....	24
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>25</b>
3.1. Operacionalización de Variables .....	25
3.1.1. <i>Variable Independiente</i> .....	25
3.1.2. <i>Variable Dependiente</i> .....	25
3.2. Diseño de investigación .....	26
3.3. Unidad de estudio .....	26
3.4. Población .....	26
3.5. Muestra .....	26
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....	27
3.6.1. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	27
3.6.2. <i>Procedimiento experimental</i> .....	28
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	40
3.7.1. <i>Media Aritmética</i> .....	40
3.7.2. <i>Varianza</i> .....	40
3.7.3. <i>Desviación Estándar</i> .....	40

3.7.4.	<i>Coeficiente de variación</i> .....	41
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
4.1.	Propiedades de las físicas y mecánicas agregados .....	42
4.1.1.	<i>Contenido de humedad</i> .....	42
4.1.2.	<i>Peso Unitario del agregado grueso, según la norma NTP 400.017 /ASTM C-29.</i>	42
4.1.3.	<i>El peso específico y absorción del agregado grueso, según la norma NTP 400.022/ASTM C-128.</i> .....	42
4.1.4.	<i>Resistencia a la degradación del agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles según la norma NTP 400.019/ ASTM C-131.</i> .....	43
4.2.	Resultados de diseño de mezcla para concreto permeable de los diferentes ensayos .....	43
4.3.	Resultados de los ensayos de concreto en estado fresco .....	43
4.3.1.	<i>Resultados de las pruebas de revenimiento para concreto permeable, según la norma NTP 339.035/ASTM C-143.</i> .....	43
4.3.2.	<i>Resultados de densidad (peso unitario) del concreto y contenido de aire, según la norma NTP 339.046/ ASTM C-138</i> .....	44
4.4.	Resultados de ensayos de concreto en estado endurecido .....	44
4.4.1.	<i>Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión (según norma NTP 339.034/ ASTM C-39)</i> .....	44
4.4.2.	<i>Resultados de las pruebas de permeabilidad (según norma ACI 522R-10)</i> .....	46
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>48</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>52</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>52</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>53</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>55</b>
5.1.	Anexo 1: Panel fotográfico .....	55
5.2.	Anexo 2: Protocolos de laboratorio .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	26
Tabla 2: Granulometría para determinar la carga abrasiva en el ensayo de abrasión	33
Tabla 3: Granulometría de la muestra de agregado para ensayo de abrasión	33
Tabla 4: Descripción de propiedades de los agregados	34
Tabla 5: Escala de consistencia y asentamiento para concreto	38
Tabla 6: resultados de contenido de humedad	43
Tabla 7: Resultados de Peso Unitario del agregado grueso	43
Tabla 8: Resultados de peso específico y absorción del agregado grueso	43
Tabla 9: Resultados de resistencia a la degradación por abrasión	44
Tabla 10: Resultados de diseño de mezcla	44
Tabla 11: Resultados de las pruebas de revenimiento	44
Tabla 12: Resultados de densidad del concreto y contenido de aire	44
Tabla 13: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con canto rodado con 15% de vacíos	45
Tabla 14: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con canto rodado con 25% de vacíos	46
Tabla 15: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con piedra chancada con 15% de vacíos	46
Tabla 16: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con piedra chancada con 25% de vacíos	47
Tabla 17: Resultados de las pruebas de permeabilidad	47
Tabla 18: Resultados de las pruebas de permeabilidad en términos de caudal de descarga	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resistencia vs módulo de vacíos	35
Figura 2: Contenido de pasta vs contenido de vacíos	35
Figura 3: Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos permeables.	49
Figura 4: Relación entre Resistencia a la Compresión, Contenido de Vacíos y Permeabilidad	50
Figura 5: Permeabilidad alcanzada para diseño de 15 y 25% de vacíos	51
Figura 6: Comparación de contenido de vacíos	52

## RESUMEN

En la presente investigación se determinó diferencia de la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al de piedra chancada de la cantera del río Mascón analizados para 15 y 25 % de vacíos, en el diseño de mezcla se consideró como parámetro principal el contenido de vacíos y la relación agua cemento (a/c) de 0.4. Asimismo se trabajó con 90% de agregado de 3/4” y 10% de 3/8” para ambos tipos de agregado. Se realizaron ensayos de concreto en estado fresco como: Peso unitario y Revenimiento; y en estado endurecido como son: el ensayo de la resistencia a la compresión (ASTM C39) y permeabilidad (ACI 522R). Los especímenes de concreto fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días de curado, determinándose que el concreto permeable fabricado con canto rodado es 13% más resistente a la compresión, mientras que el concreto fabricado con piedra chancada es 43% más permeable.

Palabras clave: Resistencia a la compresión / permeabilidad / concreto permeable / canto rodado / piedra chancada / contenido de vacíos.

## ABSTRACT

In the present investigation, a difference was determined between the compressive strength and the permeability of the pervious concrete made with pebbles compared to the crushed stone of the Mascón river quarry analyzed for 15 and 25% of voids, in the design of the mixture it was considered as main parameter the content of voids and the water cement ratio ( $a / c$ ) of 0.4. Likewise, we worked with 90% of added 3/4 "and 10% of 3/8" for both types of aggregate. The pervious concrete tests were carried out in fresh state such as unit weight and slump; and in a hardened state such as: the compression resistance test (ASTM C39) and permeability (ACI 522R). The specimens of concrete were tested at 7, 14 and 28 days of curing, determining that the pervious concrete manufactured with pebble is 13% more resistant to compression, while the concrete made with crushed stone is 43% more permeable.

Keywords: Compression / permeability / pervious concrete / pebble / crushed stone / voids content.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Las precipitaciones son comunes en todas las ciudades del mundo, alcanzando muchas veces niveles inimaginables como es el caso de la localidad de Unionville, Maryland, Estados Unidos, cuando el 4 de julio de 1956, cayeron 31,2 milímetros de lluvia en un minuto (CNN, 2018). Asimismo tenemos que en nuestra localidad de Cajamarca según datos históricos del SENAMHI se registró una anomalía de precipitación diaria de 51.8 mm, ocurrido el día 22 de diciembre del 2017.

Estas elevadas precipitaciones generan problemas de inundación en las ciudades que presentan una pavimentación desordenada de caminos, bermas, estacionamientos y áreas que rodean las edificaciones con concreto impermeable y más aún en aquellas que no cuentan con un adecuado sistema de drenaje, lo cual genera escorrentía y acumulación de grandes volúmenes de agua en zonas de depresión.

El concreto permeable es una alternativa de solución, el mismo que viene siendo utilizado desde hace varias décadas en diferentes ciudades del mundo, sin embargo en nuestra localidad no se tiene ninguna construcción con este material, debido al desconocimiento de su existencia.

El concreto permeable es un tipo de concreto elaborado con agregado grueso con poco o nada de aplicación de agregado fino obteniéndose un bloque con poros interconectados que permiten el paso del agua a través de su estructura sin modificar sus propiedades. Sin embargo en nuestro medio no se cuenta con un estudio que nos permita determinar cuál es el tipo de agregado adecuado para su fabricación.

Numerosos estudios han demostrado que los agregados de río son los más resistentes para la fabricación de un concreto convencional comparado con los agregados de cerro, sin embargo con el crecimiento de la industria de la construcción cada vez hay más desabastecimiento de éste insumo, surgiendo como alternativa la piedra chancada, la misma que es producida a partir del canto rodado mediante la fragmentación de las rocas hasta alcanzar el tamaño adecuado. De esta manera surge la inquietud de saber con exactitud cuál agregado es mejor para la fabricación de un concreto permeable ¿el canto rodado o la piedra chancada?, puesto que para producir un agregado de piedra chancada se usa como materia prima el canto rodado de río.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la diferencia de la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al concreto permeable elaborado con piedra chancada extraídos del río Mashcón, Cajamarca?

## 1.3. Justificación

**Justificación Teórica.** Actualmente en Cajamarca, no se han realizado muchas investigaciones sobre el uso del concreto permeable. Esta investigación será una base para seguir investigando y aportando datos que ayuden a mejorar los estudios sobre el tema. Al ser un estudio comparativo, permitirá aportar nuevas ideas y datos que evidencien las características y nivel de resistencia y permeabilidad de ambos agregados, sirviendo para nuevos estudios que se realicen en el futuro.

**Justificación Práctica.** Los resultados de esta investigación aportarán datos sobre la calidad de los agregados que permitirán la elaboración de un concreto permeable con mayor resistencia y mayor permeabilidad; contribuyendo de esta manera a dar una propuesta novedosa para el uso del material más adecuado para la fabricación del concreto permeable.

## 1.4. Limitaciones

- Al ser una tecnología poco aplicada en nuestro ámbito local y nacional, existe poca información referente al concreto permeable.
- Esta investigación se limita al estudio de una sola cantera del medio local, dejando un amplio espacio por investigar.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general.

Determinar la diferencia de la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al concreto permeable elaborado con piedra chancada extraídos del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca.

### 1.5.2. Objetivos específicos:

- a. Determinar la diferencia de la resistencia a la compresión del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al concreto permeable elaborado con piedra chancada extraídos del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca.
- b. Determinar la diferencia de la Permeabilidad del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al concreto permeable elaborado con piedra chancada extraídos del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

(Laguna y Piedrahita, 2017) en la ciudad de Cartagena, en la tesis para maestría en Construcción Civil sustentó el Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en Cartagena de Indias para uso de pavimentos en parqueaderos, las conclusiones de esta investigación nos indican que los agregados utilizados alcanzan resistencias a la compresión en un rango de 0.02 a 6.11 MPA, para módulos de rotura de 0.13 a 2.73 MPa y para permeabilidades entre 0.478 a 1.913 cm/s, los cuales se encuentran en los rangos permisibles según las distintas literaturas.

(Salis, 2016) en la ciudad de Huánuco, en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil: sustentó La Influencia del contenido de aire en concretos porosos con agregados de la cantera yanag - huánuco, 2016 el objetivo de la tesis fue Determinar el contenido de aire adecuado de un concreto poroso fabricado con agregados de la cantera Yanag, para una permeabilidad de 3.5 mm/s y una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Las conclusiones de esta investigación nos indican que En base a los resultados obtenidos, se concluye que la relación que existe entre la resistencia a la compresión con el porcentaje de vacíos del concreto poroso son inversamente proporcionales, es decir a medida que el porcentaje de vacíos aumenta, la resistencia a la compresión disminuye; y la relación entre la permeabilidad con el porcentaje de vacíos del concreto poroso son directamente proporcionales, es decir a mayor porcentaje de vacíos, mayor es la permeabilidad. En este contexto el contenido de aire influye de manera significativa en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso. El concreto poroso desarrollado en esta investigación presenta resistencias cercanas al del diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>, y el coeficiente de permeabilidad superior a 0.35 cm/s; para un contenido de aire de 17% y relación agua cemento (a/c) de 0.38.

(Choque y Ccana, 2016) en la ciudad del Cusco, en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil “Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante

de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> “, sustentó que se puede alcanzar la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de 1.5% de aditivo súper plastificante añadido al concreto poroso, y obteniendo una permeabilidad aceptable la cual se encuentra dentro del rango permisible indicado por la norma ACI-522R, el objetivo de la tesis fue determinar en cuánto varía la resistencia a compresión entre el Concreto Poroso sin aditivo súper plastificante y el Concreto Poroso con aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l en diferentes porcentajes, elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

(Cerdán, 2015) en la ciudad de Cajamarca, en una tesis para optar el título de Ingeniero Civil: “Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregados de las canteras La Victoria y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015”. Concluye que: que a menor porcentaje de vacíos, se aumenta la resistencia como el peso volumétrico, pero a su vez se disminuye la permeabilidad. El objetivo de la tesis fue: Determinar el comportamiento de concreto permeable utilizando agregados de las canteras La Victoria y Roca Fuerte aumentando diferentes porcentajes de vacíos. Las conclusiones de esta investigación nos indican que: el aumento en diferentes porcentajes de vacíos 15%, 18%, 20% y 23%, al concreto permeable disminuye la resistencia a la compresión en un 20.96%, 37.72%, 61.88% y aumenta la permeabilidad en un 35.97%, 80.69% y 158.92% para la cantera La Victoria; y el aumento en diferentes porcentajes de vacíos 15%, 18%, 20% y 23%, al concreto permeable disminuye la resistencia a la compresión en un 21.04%, 35.50%, 43.30% y aumenta la permeabilidad en un 12.48%, 105.06% y 182.79% para la cantera Roca Fuerte.

(Alcalde, 2015) en la ciudad de Cajamarca, en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil: “Evaluación del agregado proveniente de la cantera “Rio Cajamarquino” para la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido, Cajamarca 2015”. Concluye que el agregado por sí solo, no cumple lo requerido para fabricar un concreto drenante ya que su resistencia 28 días no satisface la necesaria.

(Pérez, 2017) en la ciudad de Trujillo, en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil: “Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable”, Determinó la influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, obteniendo los mejores resultados de resistencias a compresión y flexión con la gradación N° 4 y mejor permeabilidad con la gradación de 3/8”.

(Benites, 2014) en la ciudad de Cajamarca, en la tesis para optar el título de Ingeniero Civil: “Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera Río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast”, Concluye que la resistencia del concreto permeable elaborado con agregados de la cantera río Jequetepeque- Chilete a la edad de 28 días es de 7.556 MPa pero aun así se encuentra dentro del rango que define la norma ACI 522R-10. Mientras que la permeabilidad del concreto permeable elaborado con agregados de la cantera río Jequetepeque - Chilete medida a través de su coeficiente de permeabilidad es de 0.321 cm/s y se encuentra dentro del rango que normalmente posee el concreto permeable, por lo que en lo que respecta a permeabilidad este agregado es aceptable.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Concreto permeable**

#### **2.2.1.1. Definición**

El concreto permeable, también conocido como concreto poroso, de granulometría discontinua, o de alta porosidad, se lo puede definir como un concreto hidráulico y poroso debido a que sus características físicas poseen un contenido de vacíos muy alto en comparación con el concreto tradicional, este tipo de concreto al tener un alto contenido de vacíos permite el paso del agua y del aire de forma sencilla (Navas & Fernández, 2011).

El concreto poroso o concreto sin finos o concreto permeable o “pervious concrete” (nombre original en inglés) es un compuesto de cemento, agregado grueso, agua y aditivos, que al mezclarse sirve para fabricar pisos y pavimentos totalmente permeables. La poca presencia de agregado fino, hace que el concreto tenga una estructura porosa, permitiendo que el agua pase a través de la estructura, con lo cual se disminuye la acumulación superficial del agua lluvia. (TOXEMENT & EUCLID GROUP, 2017)

Cerdán, (2015) Según la norma ACI-522R, define al concreto permeable como:

Concreto permeable generalmente describe un cero slump, abierto gradual, material compuesto de cemento portland, agregado grueso, agregado fino poca o ninguna, aditivos y agua.

El contenido de vacío puede variar desde 18% a 35%, con las típicas resistencias a la compresión de 400 a 4000 psi (2,8 a 28 MPa). La tasa de drenaje de concreto permeable pavimento variará con el tamaño total y la densidad de la mezcla, pero generalmente caerán en el intervalo de 2 a 18  $gal/min/ft^2$  (81 a 730  $l/min/m^2$ ).

### 2.2.1.2. Generalidades

El concreto permeable consiste principalmente en cemento Portland normal, agregado grueso, agua, aditivos, y en ocasiones mínimas cantidades de finos. Esta combinación forma una aglomeración de agregados gruesos rodeados por una delgada capa de pasta de cemento endurecida en sus puntos de contacto. Esta configuración produce grandes huecos entre el agregado grueso, que permite que el agua se filtre en una cantidad mucho más alta que en el concreto convencional. (Pérez, 2017, p. 26)

#### a. Cemento.

Los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio. Los cementos hidráulicos se fraguan y se endurecen por la reacción química del agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada, pedregón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo. (Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi 2004)

Tennis, 2004 (citado en Pérez, 2017). Para la fabricación de este tipo de concreto el cemento portland es el más utilizado debido a que es un material muy resistente, además se debe tener en cuenta que los concretos con altos porcentajes de vacíos, tienden a tener un periodo de secado más corto, es decir que el curado es más rápido y más sensible a los cambios de temperatura y a la evaporación del agua de la mezcla. Meneses & Bravo, 2007 (citado en Pérez, 2017). Es recomendable utilizar una cantidad que

fluctúe entre los 270 a 415 kg/m<sup>3</sup>, según requisitos de resistencia y permeabilidad

#### **b. Agregados.**

Siancas, 2003 (citado en Abanto, 2016). Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados son la parte inerte del concreto, sin embargo, al constituir entre 65% y 75% aproximadamente del total del concreto, debemos tener muy clara su importancia, la cual antiguamente y durante muchos años fue poco considerada.

Los áridos tienen dos usos principales dentro del campo de la ingeniería civil; como material base para cimientos y pavimentos, y como ingrediente del hormigón de cemento portland y del hormigón asfáltico. Generalmente, en ingeniería civil el término árido hace referencia a una masa de piedra molida, grava, arena, etc., predominantemente compuesta de partículas individuales, pero incluyendo en algunos casos arcillas y sedimentos. El tamaño de partícula más grande en los áridos puede tener un diámetro de 150 milímetros (6 pulgadas), mientras que la partícula más pequeña puede ser de solo entre 5 y 10 micras. (Mamlouk y Zaniewski, 2009, p. 167)

#### **c. Agua.**

Cualquier agua potable es adecuada para fabricar hormigón. Sin embargo, también puede ser adecuado algunos tipos de agua no potable. Frecuentemente, los suministradores de los materiales utilizarán agua no procesada de la superficie o de pozos, si pueden obtenerla a un costo inferior que el agua procesada. Sin embargo, las impurezas en el agua de mezcla pueden afectar al tiempo de fraguado del hormigón, a su resistencia y su durabilidad a largo plazo, además, los iones de cloruro en el agua de mezcla pueden acelerar la corrosión de las armaduras de acero. (Mamlouk y Zaniewski, 2009, p. 227)

#### **d. Relación agua-cemento.**

En 1918, Abrams descubrió que la relación entre el peso del agua y el peso del cemento, relación agua-cemento, influye sobre las características deseables del hormigón. Para un hormigón completamente compactado, fabricado con áridos consistentes y limpios, se puede mejorar la resistencia y otras propiedades deseables reduciendo el peso de agua utilizado por unidad

de peso de cemento. Este concepto se suele denominar frecuentemente ley de Abrams. (Mamlouk y Zaniewski, 2009, p. 223)

Se recomienda utilizar razones a/c entre 0,35 y 0,38 para mezclas de hormigón poroso. Mezclas con a/c menores presentan muy baja resistencia y apreciable desprendimiento superficial de áridos. Mezclas con a/c mayores presentan escurrimiento de la pasta de cemento y disminución notoria del porcentaje de huecos. (H. de Solminihac et. Al, 2007, p.35)

#### **e. Curado**

Retener la humedad en el pavimento de concreto poroso construido es esencial para obtener durabilidad y desempeño a largo tiempo. Porque debido a los vacíos presentes y al bajo contenido de agua en el diseño de mezcla, la humedad se puede evaporar rápidamente de la mezcla, especialmente en condiciones de baja humedad o viento. La ACI 522.1-13 especifica un curado usando mantas de polietileno por 7 días. Éste curado debe comenzar dentro de los 20 minutos siguientes a la colocación del concreto (Toxement, 2017, p.5)

#### **f. Aplicaciones del concreto permeable**

- ✓ Estacionamientos y zonas de parqueo
- ✓ Áreas próximas a las arboledas
- ✓ Ciclovías y áreas verdes
- ✓ Áreas deportivas y recreativas
- ✓ Vías peatonales
- ✓ Vías con tránsito liviano
- ✓ Establos pecuarios y áreas de zoológico
- ✓ Andenes
- ✓ Drenaje de zonas estancamiento de agua
- ✓ Paredes y pisos para absorción acústica.
- ✓ Filtros para aguas residuales
- ✓ Captaciones de fondo de pozos de agua
- ✓ Bermas de las vías

#### **g. Ventajas**

- ✓ Soluciona los problemas de escorrentía que proviene de la lluvia evitando el encharcamiento, mitigando la alteración ecológica y el medio

ambiente al permitir la infiltración del agua y el oxígeno además de permitir la recarga de los mantos acuíferos.

- ✓ Es durable y resistente al tiempo pudiendo durar entre 20 y 30 años dependiendo del mantenimiento.
- ✓ Su costo es equivalente al de otro tipo de concreto además se puede usar en combinación con estos.
- ✓ Disminución de la contaminación de las aguas pluviales, estabiliza pequeños taludes, disminuye el tamaño de las alcantarillas.
- ✓ Tiene mejor comportamiento a los cambios de temperatura disminuyendo la contracción y expansión.

#### **h. Desventajas**

- ✓ El concreto permeable al tener la ausencia de finos las cargas se transmiten en forma heterogénea a diferencia de los concretos de otro tipo que las cargas se distribuyen en un área de mayor superficie.
- ✓ Es menos resistente a la compresión en comparación con el concreto convencional por la presencia de los poros o vacíos.
- ✓ Al permitir el paso del agua es más propenso al hundimiento.
- ✓ Se necesita mayor control para su mantenimiento el mismo que se hace con lavado a presión y aspiración de potencia controlada para no averiar.

### **2.2.1.3. Propiedades del concreto permeable**

#### **2.2.1.3.1 Concreto en estado fresco**

En el informe de control de calidad y colocación de concretos permeables La DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM. (2006) Considera que: El estado fresco del concreto permeable comprende desde el momento de mezclado del concreto hasta el momento del proceso de endurecimiento inicial, manteniendo las características de trabajabilidad, de tal manera que permiten realizar las operaciones del mezclado, transporte, colocación, compactación y acabado.

#### **a. Consistencia y Peso Volumétrico**

El revenimiento es la medida de la consistencia del concreto fresco en términos de disminución de altura. Para una proporción dada de cemento y agregado, sin aditivos, cuanto mayor sea el revenimiento, más húmeda es la mezcla, esta propiedad se determina de acuerdo a la norma ASTM C 143. Las mezclas de concreto permeable en estado fresco a diferencia del concreto convencional,

es mucho más rígida, generando un revenimiento que varía de entre 0 a 1 cm. Por otra parte el peso volumétrico de las mezclas de concreto permeable es aproximadamente 70% del peso volumétrico de las mezclas de concreto convencional, el cual se determina de acuerdo a la norma ASTM C 29, de esta manera el peso volumétrico del concreto depende del porcentaje de vacíos por lo que varía entre los 1600 a 2000 kg/cm<sup>3</sup> (DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM., 2006, p.33)

### **b. Contenido de Vacíos**

El cálculo del contenido del hueco de aire está determinado por el porcentaje de aire del método gravimétrico y es determinado según la norma ASTM C 138, y está relacionado directamente con el peso volumétrico de una mezcla dada de concreto permeable. El hueco de aire depende de varios factores, como pueden ser: granulometría del agregado, contenido de material cementante, relación agua-cemento y energía de compactación, la cual presenta una influencia en el contenido de los huecos de aire, y por consiguiente, en el peso volumétrico correspondiente, proporcionalmente a la mezcla dada de concreto permeable. De acuerdo a una serie de pruebas realizadas en laboratorio, quedo determinado que una sola mezcla de concreto permeable, compactada con 8 niveles diferente de energía producen valores de peso volumétrico que oscilan entre los 1680 y 1920 kg/m<sup>3</sup>. Asimismo el comportamiento de resistencia en el concreto permeable aumenta si la porosidad disminuye, por el contrario si la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Por medio de pruebas de laboratorio y estudios se ha demostrado que el porcentaje de vacíos para concreto permeable debe estar en un rango de 14% a 31%, pero ya en la práctica, se utiliza un porcentaje de vacíos de 15% a 25%, obteniendo resistencias mayores a 140 kg/cm<sup>2</sup>. (DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM., 2006, p.34)

### **c. Trabajabilidad**

La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo. (Steven H. et al, 2004, p.3)

Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, (citados en Pérez, 2017) definen la trabajabilidad como la propiedad que permite un manejo fácil de mezclado, colocación y compactación de manera homogénea, cuyas componentes (agua

y partículas finas) no deben separarse durante el transporte y el manejo del mismo. “Existen algunos factores que influyen en la trabajabilidad del concreto, entre ellos se tiene el método y la duración del transporte, la cantidad y características de los materiales cementantes, el tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos, el aire incluido, la cantidad de agua, la temperatura del concreto, del aire y los Aditivos.

#### **d. Fraguado**

El tiempo de fraguado se reduce en el concreto permeable, por lo que en algunos casos se deben usar aditivos químicos para permitir la adecuada colocación (Silva, O. 2017.)

El conocimiento de la velocidad de reacción entre el cemento y el agua es importante porque determina el tiempo de fraguado y endurecimiento. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que haya tiempo para transportar y colocar el concreto. Una vez que el concreto ha sido colocado y acabado, es deseable un endurecimiento rápido. El yeso, que se añade en el molino de cemento. (Steven H. et al, 2004, p.6)

### **2.2.1.3.2 Concreto endurecido**

#### **a. Resistencia a la Compresión**

La máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o mortero a carga axial se le conoce como resistencia a la compresión y se determina de acuerdo a la norma ASTM C 39 y se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ) a una edad de 28 días y se identifica con la siguiente nomenclatura (f'c). Ahora bien, para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas de especímenes, mortero y/o de concreto. (DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM., 2006, p.36)

#### **b. Resistencia a la Flexión**

La medida de resistencia a la tracción del concreto, se define como resistencia a la flexión del concreto en donde su función principal radica en medir la resistencia de la falla en una viga o losa de concreto no reforzada y se expresa como el módulo de rotura en  $\text{kg/cm}^2$ , se determina mediante los métodos de ensayo ASTM C 78 o ASTM C 293. El módulo de rotura oscila en los parámetros de 10% al 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado. (DIVISIÓN DE

INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM.,  
2006, p.36)

### **c. Permeabilidad**

Karthik, 2007 (citado por Pérez, 2017, p.31) También conocida como propiedad hidráulica, la permeabilidad es la capacidad que tiene un material para que un fluido sea capaz de atravesar por medio de él sin alterar su estructura. El concreto es un material permeable, es decir que, al estar sometido a presión de agua exteriormente, se produce escurrimiento a través de su masa. El rango de permeabilidad de este concreto depende de su constitución, generalmente varía de 80-720 litros/min/m<sup>2</sup> (0,13 – 1.20 cm/s)

La permeabilidad es la cantidad de agua que migra a través del concreto, mientras el agua está bajo presión o la habilidad del concreto en resistir a la penetración del agua u otras sustancias (líquidos, gases o iones). Generalmente, la misma propiedad que hace el concreto menos permeable también lo hace más estanco. (Steven H., 2004, p.10)

### **d. Durabilidad**

López, 2010 (citado por Pérez, 2017, p.33) Se considera como la capacidad que tiene el concreto para resistir la acción de la intemperie, es decir temperatura, lluvia, humedad, etc. sin que se vean afectadas sus propiedades mecánicas. Al igual que el concreto tradicional, la durabilidad del concreto permeable hace énfasis a la vida útil bajo las condiciones ambientales dada.

Contempla la resistencia del concreto a 3 factores principales, abrasión, congelamiento-deshielo y sulfatos. El primero es una característica que se debe tener muy en cuenta cuando se construye vías debido a las fuerzas horizontales que ejercen los vehículos al arrancar y frenar. La resistencia a los sulfatos es una característica importante en todos los hormigones ya que siempre existirán químicos que pueden afectar a la estructura.

La durabilidad del concreto se puede definir como la habilidad del concreto en resistir a la acción del ambiente, al ataque químico y a la abrasión, manteniendo sus propiedades de ingeniería. Los diferentes tipos de concreto necesitan de diferentes durabilidades, dependiendo de la exposición del ambiente y de las propiedades deseables. Los componentes del concreto, la proporción de estos, la interacción entre los mismos y los métodos de colocación y curado determinan la durabilidad final y la vida útil del concreto. (Steven H., 2004, p.13)

### 2.3. Definición de términos básicos

- ✓ **Abrasión:** Proceso de desgaste y destrucción de la parte o del todo de un cuerpo u objeto debido a su fricción (Diccionario de Arquitectura y construcción, 2018)
- ✓ **Arena:** Árido de tamaño comprendido entre 5 mm y 0,05mm. Pueden encontrarse en la naturaleza debido bien a la acción de diferentes agentes naturales sobre las rocas, disgregándolas, o bien obtenerse de manera artificial por trituración o machaqueo de áridos más gruesos. Según su procedencia distinguiremos diferentes tipos de arenas como son las de río, de mina, de playa, de miga o de cantera. La arena es el material básico para la elaboración de morteros y hormigones (Diccionario de la construcción, 2018)
- ✓ **Cemento Portland:** El cemento portland es un conglomerante hidráulico que tiene como principal propiedad, la de formar masas pétreas resistentes y duraderas al mezclarse con áridos y agua. Es el cemento que se obtiene moliendo conjuntamente su Clinker (calcinación del crudo en hornos rotatorios) y la cantidad adecuada de regulador de fraguado. Cementos: son conglomerantes que, amasados con agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones (Diccionario de la construcción, 2018)
- ✓ **Concreto:** Se denomina concreto a la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento. (AREQUIPA, 2018)
- ✓ **Dosificación:** Especificación de las cantidades de cada uno de los elementos necesarios para producir un hormigón o mortero (Diccionario de arquitectura y construcción, 2018).
- ✓ **Contracción:** Produce cambios de volumen en el concreto debido a la pérdida de agua por evaporación, causada por las variaciones de humedad y temperatura del medio ambiente. Es importante controlar la contracción porque puede producir problemas de fisuración. Una medida para reducir este problema es cumplir con el curado del concreto. (AREQUIPA, 2018)
- ✓ **Grava:** Son rocas detríticas (sedimentarias) constituidas en un porcentaje muy elevado por cuarzo, es el elemento más resistente e inalterable a los procesos que ha sufrido el sedimento y, por lo tanto, el más capaz de alcanzar ese grado de división. Se ha fijado un límite arbitrario (para la mayor parte de los autores 4 mm de diámetro medio) para el grano de los componentes detríticos, por debajo del cual los componentes se denominan arenas y por encima gravas. Cuando las arenas están cementadas, las rocas se denominan areniscas; cuando las gravas están cementadas, las rocas se denominan conglomerados. (Diccionario de la construcción, 2018)

- ✓ **Peso Específico:** Indica las veces que un cuerpo o material cualquiera es más o menos pesado que el agua (Diccionario de la construcción, 2018)
- ✓ **Peso específico aparente:** Peso real de una muestra (partículas sólidas más agua) dividido entre volumen total de la misma. (Diccionario de la construcción, 2018)
- ✓ **Permeabilidad:** La capacidad que presenta un material cuando un fluido lo atraviesa, se conoce como capacidad de filtración o porosidad, sin embargo es necesario resaltar que al realizar el proceso de filtración la estructura interna del material no se altera y permanece sin ningún cambio en su estructura original. (DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM., 2006, p.39)
- ✓ **Resistencia a la compresión:** La máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o mortero a carga axial se le conoce como resistencia a la compresión y se determina de acuerdo a la norma ASTM C 39
- ✓ **Revenimiento:** El revenimiento es la medida de la consistencia del concreto fresco en términos de disminución de altura. (DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM., 2006, p.33)
- ✓ **Segregación:** Ocurre cuando los agregados gruesos, que son más pesados, como la piedra chancada se separan de los demás materiales del concreto. Es importante controlar el exceso de segregación para evitar mezclas de mala calidad. Esto se produce, por ejemplo, cuando se traslada el concreto en buggy por un camino accidentado y de largo recorrido, debido a eso la piedra se segrega, es decir, se asienta en el fondo del buggy. (AREQUIPA, 2018)

## 2.4. Hipótesis

Existen diferencias en resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al elaborado con piedra chancada extraídos del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca. Siendo el concreto permeable elaborado con canto rodado el más resistente y con mayor índice de permeabilidad que el concreto fabricado con piedra chancada.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Operacionalización de Variables

#### 3.1.1. Variable Independiente:

- Tipo de agregado: canto rodado y piedra chancada
- Porcentaje de vacíos: 15 y 25

#### 3.1.2. Variable Dependiente:

- Resistencia a la compresión
- Permeabilidad del concreto

**Tabla 1:** Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Resistencia a la compresión.	Es la medida máxima de la resistencia a la carga axial de especímenes de concreto.	Se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm <sup>2</sup> ), megapascuales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg <sup>2</sup> o psi) a una edad de 28 días.	Promedio de lecturas de las pruebas de resistencia a la compresión, realizadas en laboratorio bajo la norma ASTM C 39.
Permeabilidad del concreto.	Capacidad que tiene un material para que un fluido sea capaz de atravesar por medio de él sin alterar su estructura.	Se expresa en unidades de flujo de caudal por área (Litros/min/m <sup>2</sup> ) ó en unidades de lámina de agua (cm/s)	Promedio de lecturas de las pruebas de permeabilidad, realizadas en laboratorio. Norma ACI 522R-10.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo Experimental, ya que se manipula de manera intencional la variable independiente para analizar las consecuencias sobre las variables dependientes. Además, se trata de un diseño Cuasi Experimental, debido a que se trabajará con grupos de probetas de concreto las cuales estarán sujetas a investigación.

### 3.3. Unidad de estudio

Concreto permeable fabricado con agregados de la cantera del río Mashcón.

### 3.4. Población

Probetas cilíndricas de concreto permeable para pruebas de compresión y permeabilidad

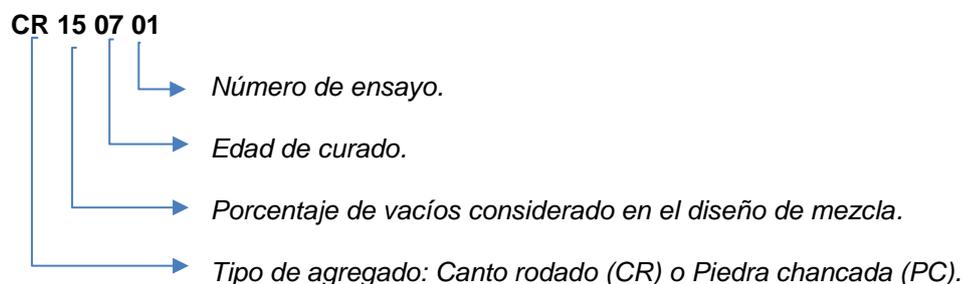
### 3.5. Muestra

La norma ACI-318S-11, Establece: Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 mm por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f_c$  (Aragón y Navas, 2012, p.9)

Para realizar el presente estudio se adquirieron agregados de la cantera Mashcón, tanto de canto rodado (CR) como de piedra chancada (PC). Asimismo se elaboraron 48 especímenes para las distintas pruebas establecidas.

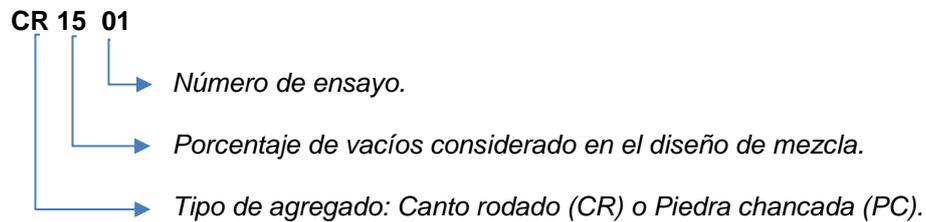
- a. Para la prueba de resistencia a la compresión (ASTM C-39), se elaboraron 36 especímenes de concreto permeable, de forma cilíndrica de 150 mm por 300 mm, siendo 18 probetas por cada tipo de agregado y a su vez, 9 por cada porcentaje de vacíos (15% y 25%), las mismas que fueron probadas en tres tiempos de curado: a los 7, 14 y 28 días.

Las probetas fueron codificadas de la siguiente manera:



- b. Para el ensayo de permeabilidad (ACI 522R-10), se elaboraron 12 cilindros de 100 mm por 150 mm, siendo 6 especímenes por cada tipo de agregado y a su vez, 3 por cada porcentaje de vacíos (15% y 25%). Los mismos que fueron probados a los 28 días de curado.

Estas probetas también fueron codificadas de la siguiente manera:



### 3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- ✓ Observación directa: La observación se aplicó directamente en todos los ensayos que se realizaron, teniendo en cuenta que se cumplan con los estándares establecidos por la NTP, ACI y ASTM.
- ✓ Análisis documental: se ha tomado información de fuentes secundarias, como lo son: Libros, Tesis, Revistas, medios electrónicos, sitios web; Los cuales están apropiadamente citados en las referencias del presente trabajo. Con la finalidad de realizar un análisis consecuente del comportamiento de las variables en estudio.
- ✓ Ensayos de laboratorio: para esta investigación se realizaron ensayos de compresión a 7, 14 y 28 días basándonos en la norma ASTM C-39. Los ensayos de permeabilidad, se realizaron ensayos a los 28 días, en base a la norma ACI 522. R-10. Los datos obtenidos de dichos ensayos se adjuntan en el presente documento.

## 3.6.2. Procedimiento experimental

### 3.6.2.1. Recolección y preparación de agregados.

Se recolectaron los agregados de canto rodado y de piedra chancada de la cantera Río Mashcón, luego se realizó el tamizado, selección y lavado.

- a. Tamizado. En la presente investigación se ha trabajado con dos tamaños de agregado grueso como son: 3/4" (3/4" a 1/2") y 3/8" (3/8" a N° 4) donde los valores dentro de los paréntesis representan los tamices por los cuales las partículas del agregado pasan y se quedan respectivamente. A cada gradación indicada se realizaron los siguientes ensayos:
- b. Selección. Con la finalidad de evitar la influencia de algunas partículas ajenas al agregado de esta manera obtener resultados más precisos, se realizó la selección de ambos agregados, separando las rocas trituradas del canto rodado y viceversa.
- c. Lavado. Con la finalidad de eliminar la contaminación con material orgánico y arcillas de los agregados, se realizó el lavado y secado de ambos agregados.

### 3.6.2.2. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

Se realizaron los ensayos respectivos en el laboratorio de tecnología del concreto de la universidad privada del norte.

#### 3.6.2.2.1 El contenido de humedad del agregado grueso, según la norma NTP 339.185/ASTM C-566.

- ✓ Se pesaron las taras.
- ✓ Se pesó la muestra húmeda + la tara.
- ✓ Luego se colocaron las muestras al horno por un tiempo de 24 horas.
- ✓ Se pesaron las muestras secas al horno.
- ✓ Se registró los pesos, para luego calcular el contenido de humedad de los agregados, con la siguiente fórmula:

$$(W\%) = \frac{(W - D)}{D} * 100$$

Donde:

$W\%$  : Contenido de humedad.

$W$  : Peso de muestra húmeda en gramos.

$D$  : Peso de la muestra seca en gramos.

### 3.6.2.2.2 El Peso Unitario de agregado grueso, según la norma NTP 400.017 /ASTM C-29.

El peso unitario del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen. Este método se utiliza para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto.

Con el uso de una balanza de 0.05 Kg de aproximación, una varilla compactadora, un depósito de cilíndrico y un cucharón metálico se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Se determinó la tara del recipiente cilíndrico vacío.
- ✓ Se procedió a llenar el recipiente con el agregado, eliminando el sobrante del agregado y nivelando con una regla.
- ✓ Se procedió al pesado del contenido.
- ✓ El procedimiento anterior se repitió tres (03) veces, para determinar el promedio del peso unitario suelto.
- ✓ El peso unitario determinó con la siguiente fórmula:

$$PU = PA / Vm$$

Donde:

$PU$  : Peso unitario.

$PA$  : Peso del Agregado.

$Vm$  : Volumen del molde.

Asimismo se determinó el peso unitario compactado para agregado grueso.

- ✓ Se determinó la tara del recipiente cilíndrico vacío.
- ✓ Se llenó la tercera parte del recipiente, se procedió a apisonar la capa de agregado con la barrilla metálica mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.
- ✓ Se llenó hasta las dos terceras partes y nuevamente se compactó con 25 golpes como el paso anterior.
- ✓ Luego se llenó el recipiente, dando los 25 golpes finales con la barra metálica.
- ✓ Seguidamente el agregado sobrante se eliminó enrasando con la barra metálica.
- ✓ Se determinó el peso del recipiente más su contenido.
- ✓ El procedimiento anterior se repitió tres (03) veces, para luego determinar un promedio del peso unitario compactado.
- ✓ El peso unitario del agregado compactado se determinó con la siguiente fórmula:

$$PUc = PAc / Vm$$

Donde:

*PUc* : Peso unitario compactado.

*PAc* : Peso del Agregado compactado.

*Vm* : Volumen del molde.

### **3.6.2.2.3 El peso específico y absorción del agregado grueso, según la norma NTP 400.022/ ASTM C-128.**

Se determinó el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso, con el fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas.

- ✓ Se secó la muestra a una temperatura de 110 °C±5°C.
- ✓ Luego se procedió a sumergir la muestra en agua por 24 horas, para llenar poros.

- ✓ Seguidamente se retiró del agua, se secó el agua de la superficie del agregado con un paño absorbente y se determinó su peso ( $P_{sssa}$ ).
- ✓ Luego se pesó la muestra sumergida en agua a temperatura  $23^{\circ}\text{C}$  ( $P_{sssg}$ ).
- ✓ Finalmente la muestra fue secada al horno a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se determinó su peso por tercera vez ( $P_s$ ).
- ✓ Usando los pesos obtenidos y fórmulas en este método de ensayo, se calculó el peso específico de masa ( $P_e$  base seca), peso específico de masa saturada con superficialmente seco ( $P_e$  base saturada), peso específico aparente ( $P_{eA}$ ) y absorción ( $Ab$ ).

$$V(m+v) = P_{sssa} - P_{sssg}$$

$$V_m = V(m+v) - (P_{sssa} - P_s)$$

$$P_e(\text{base seca}) = P_s / V(m+v)$$

$$P_e(\text{base saturada}) = P_{sssa} / V(m+v)$$

$$P_{eA} = P_s / V_m$$

$$Ab = ((P_{sssa} - P_s) / P_s) * 100$$

Donde:

$V(m+v)$  : Volumen de masa + vacíos

$P_{sssa}$  : Peso Saturado Superficialmente Seco de agregado al aire

$P_{sssg}$  : Peso Saturado Superficialmente Seco de agregado, sumergido

$V_m$  : Volumen de masa

$P_e$  (base seca): Peso específico base seca

$P_e$  (base saturada): Peso específico base saturada

$P_{eA}$  : Peso específico aparente (base seca)

$Ab$ : Absorción

### 3.6.2.2.4 La resistencia a la degradación de agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles según la norma NTP 400.019/ ASTM C-131.

- ✓ Se lavó y secó en el horno el agregado luego se pesó.
- ✓ Luego se colocó la muestra de ensayo y la carga en la máquina de los ángeles y se procedió a rotar a una velocidad de 30 rpm. a 33 rpm. Por 500 revoluciones.
- ✓ Se descargó el material de la máquina y se realizó una separación preliminar de la muestra sobre el tamiz normalizado N° 12.
- ✓ Se lavó la muestra separada y se introdujo en el horno a 110 °C.
- ✓ Finalmente se pesó la muestra, para proceder al cálculo del desgaste.

$$\% \text{ Desgaste} = 100x \frac{(P1 - P2)}{P1}$$

Donde:

*P1*: Peso muestra seca antes de ensayo

*P2*: Peso muestra seca después del ensayo.

**Tabla 2:** Granulometría para determinar la carga abrasiva en el ensayo de abrasión

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO				
GRADACIÓN	“A”	“B”	“C”	“D”
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6

Fuente: NTP 400.019,2002.

**Tabla 3:** Granulometría de la muestra de agregado para ensayo de abrasión

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO					
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	“A” (gr)	“B” (gr)	“C” (gr)	“D” (gr)
1 ½”	1”	1250 ± 25			
1”	¾”	1250 ± 25			
¾”	½”	1250 ± 10	2500 ± 10		
½”	3/8”	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8”	¼”			2500 ± 10	
¼”	N° 4			2500 ± 10	
N° 4	N° 8				5000 ± 10
<b>TOTALES</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTP 400.019,2002.

### 3.6.2.2.5 Diseño de mezclas.

#### 1º. Datos iniciales:

- Propiedades de los agregados

**Tabla 4:** Descripción de propiedades de los agregados

Propiedad	Gradación	
	3/4"	3/8"
Pe		
Pe(SSS)		
Pus		
Puc		
a%		
H%		

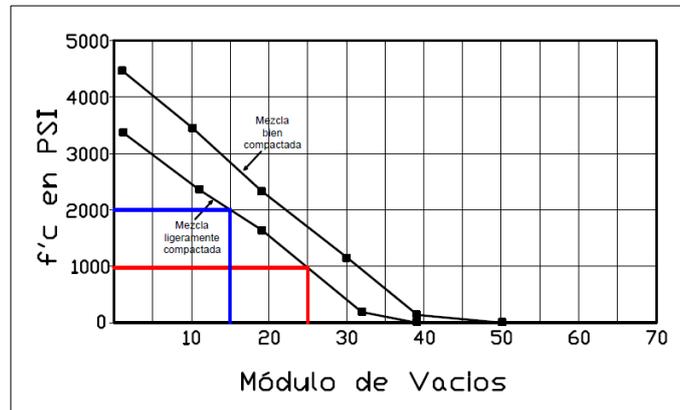
**Fuente:** Elaboración propia

- Cemento : Portland Tipo I - Pacasmayo
- Agua : Agua potable
- Agregado : Canto rodado y piedra chancada, 90% de Gradación ¾" + 10% de 3/8"

#### 2º. Criterios de diseño:

- Nivel de compactación : Ligeramente compactado
- Porcentaje de vacíos : 15% / 25%
- Relación agua-cemento (a/c): Se ha tomado un valor de 0.40. En el concreto permeable, los valores recomendados de relaciones a/c se encuentran en el intervalo de 0,35 a 0,45 (ACI 522R-10), los que aseguran que la pasta recubra por completo todos los áridos, uniéndolos de tal forma que no comprometan la formación de poros y por ende su permeabilidad (PACOMPIA C. & FLORES I., 2015, p.141)
- Fuerza de compresión teórico. En la siguiente gráfica presentada se interpola el módulo de vacíos trazando una perpendicular en el punto donde corta la gráfica de “Mezcla Ligeramente Compactada” y el punto donde toca el eje de las “y” ésta será la fuerza de compresión teórica.

**Figura 1:** Resistencia vs módulo de vacíos



Fuente: ACI 522-10, 2010

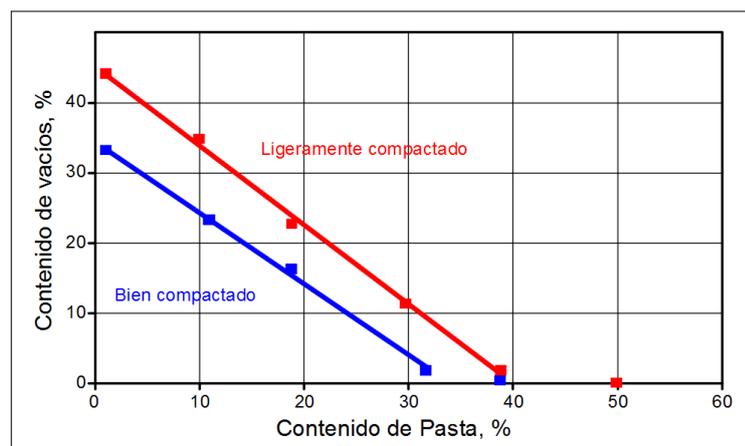
Se tiene: - Para 15% de contenido de vacíos una resistencia de 2000 PSI (140 Kg/cm<sup>2</sup>)

- Para 25% de contenido de vacíos una resistencia de 1000 PSI (70 Kg/cm<sup>2</sup>)

3º. Cálculo del volumen de pasta:

Con el contenido de vacíos y el nivel de compactación seleccionados, determinamos el volumen de pasta con ayuda de la siguiente figura:

**Figura 2:** Contenido de pasta vs contenido de vacíos



Fuente: ACI 522-10, 2010

Nota:

- Elegimos un nivel de compactación ligero porque éste nos permite obtener un mayor porcentaje de vacíos
- Cuando se incluye agregado fino, el volumen de pasta deberá reducirse en 2% por cada 10% del agregado fino del total del agregado para un concreto bien compactado y por 1% cuando la compactación es ligera, estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacíos por volumen. (PACOMPIA C. & FLORES I., 2015, p.141) En el presente estudio, consideramos éste criterio puesto que aunque el agregado de 3/8” no es considerado como fino, al ser de menor gradación que el agregado de 3/4” podría comportarse como fino dentro del concreto.

Para 15% de Vacíos, se tiene un contenido de pasta del 26.5% y

Para 25% de Vacíos, se tiene un contenido de pasta del 17%

4º. Cálculo del volumen de agua y cemento:

$$\text{Vol. pasta} = \text{Vol. cemento} + \text{Vol. agua}$$

Partiendo de la siguiente expresión:

$$V_p = V_c + V_a = \frac{c}{PE_c} + \frac{a}{PE_a}$$

Donde:

$V_p$  : Volumen de pasta

$V_c$  : Volumen de cemento

$V_a$  : Volumen de agua

$c$  : Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla

$a$  : Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla

$PE_c$  : Peso específico del cemento = 2.99 gr/cm<sup>3</sup>.

$PE_a$  : Peso específico del agua = 1.0 gr/cm<sup>3</sup>.

De esta ecuación se obtiene:

$$c = 347.20 \text{ Kg.}$$

$$a = 138.88 \text{ Kg.}$$

5º. Cálculo de volúmenes absolutos de agua y cemento:

$$c = 347.20 / 2990 = 0.116 \text{ m}^3$$

$$a = 138.88 / 1000 = 0.139 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 15\% \text{ vacíos} = 0.150 \text{ m}^3$$

6º. Cálculo de volúmenes agregados (G):

$$\text{Volumen de agregados (G): } G = 1000 - 405$$

$$G_{3/4} = 0.9G \text{ m}^3$$

$$G_{3/8} = 0.1G \text{ m}^3$$

7º. Corrección por humedad, absorción y aporte de agua del agregado:

$$ApG_{3/4} = (H\% - a\%) \times (G_{3/4} / 100)$$

$$ApG_{3/8} = (H\% - a\%) \times (G_{3/8} / 100)$$

8º. Valores corregidos por humedad, absorción y aporte

$$G_{3/4 \text{ Cor}} = 0.9G \text{ m}^3 - ApG_{3/4}$$

$$G_{3/8 \text{ Cor}} = 0.1G \text{ m}^3 - ApG_{3/8}$$

### 3.6.2.2.6 Elaboración de especímenes y pruebas de concreto fresco.

En esta fase se realizó la fabricación de las probetas para la prueba de compresión, se elaboraron 3 probetas cilíndricas de 150 mm por 300 mm para cada ensayo y para cada tiempo de prueba, haciendo un total de 36 unidades. Asimismo se fabricaron 3 probetas de 100 mm por 150 mm para la prueba de permeabilidad, haciendo un total de 12 unidades.

En cada mezcla se realizaron los siguientes ensayos de concreto fresco:

#### 3.6.2.2.6.1 Medición del revenimiento para concreto permeable, según la norma NTP 339.035/ASTM C-143.

Este ensayo se aplica para determinar el asentamiento del concreto plástico de cemento hidráulico. El asentamiento es un índice de la consistencia del concreto, relacionado con su estado de fluidez.

Haciendo uso del Cono de Abrams y una varilla compactadora se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Se humedeció el Cono de Abrams y colocó sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se llenó con la muestra de concreto en tres capas, cada una de un tercio del volumen del molde aproximadamente.
- ✓ Cada capa fue compactada con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo fue necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo se compactó en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de

modo que la varilla penetró ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

- ✓ Después de que la última capa fue compactada se alisó a ras la superficie del concreto. Inmediatamente se retiró el molde, se alzó cuidadosamente en dirección vertical, en aproximadamente 10 segundos.
- ✓ Inmediatamente después se midió el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.
- ✓ Se definió la consistencia y asentamiento en base a la siguiente tabla:

**Tabla 5:** Escala de consistencia y asentamiento para concreto

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 – 2
Plástica	3 – 5
Blanda	6 – 9
Fluida	10 – 15
Líquida	≥16

Fuente: NTP 339.035

#### 3.6.2.2.6.2 Determinación del peso unitario del concreto. NTP 339.046/ ASTM C-138.

- ✓ Se determinó el peso del recipiente vacío.
- ✓ Se hizo la medición del recipiente, para conocer su volumen.
- ✓ Se llenó y compacto en tres capas de igual volumen con 25 golpes cada capa.
- ✓ Se enrasó la superficie del concreto, dando un acabado uniforme.
- ✓ Se determinó el peso del recipiente lleno con concreto.
- ✓ El peso unitario del concreto fresco se determinó con la siguiente fórmula:

$$PUC^{\circ} = PAc / Vm$$

Donde:

$PUC^{\circ}$  : Peso unitario del concreto.

$PAc$  : Peso del concreto fresco.

$Vm$  : Volumen del molde.

### 3.6.2.2.7 Desencofrado y curado.

Pasadas las 24 horas después de la elaboración de las probetas se desencofró y procedió al curado de las mismas en una poza a temperatura de 23°C +-2 según la norma NTP 339.183/ASTM C-31.

### 3.6.2.2.8 Pruebas de concreto endurecido.

Se realizaron las pruebas de compresión y permeabilidad del concreto.

#### 3.6.2.2.8.1 Prueba de resistencia a la compresión (según norma NTP 339.034/ ASTM C-39)

Los especímenes se retiraron de la poza de curado, para luego ser sometidas a cargas (kg) en la máquina de compresión axial a los 7 días, 14 días y 28 días. Se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Se colocó el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la prensa hidráulica. Se limpió las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo, se colocó el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Se alineó cuidadosamente los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.
- ✓ Se verificó que el indicador de carga se encuentre en cero.
- ✓ Se aplicó la carga continuamente y sin detenimiento.
- ✓ Se registró las deformaciones registradas en el deformímetro (cada 1000 kg de carga), hasta llegar a la carga de rotura.
- ✓ Se registró la carga máxima alcanzada por el espécimen en el ensayo.
- ✓ El cálculo se realizó con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Donde:

$\sigma$  : Resistencia a la compresión

Pmax : Carga última de rotura

A : Área de la sección

### 3.6.2.2.8.2 Prueba de permeabilidad (según norma ACI 522R-10)

Los especímenes se retiraron de la poza de curado a los 28 días, para luego ser probadas en el permeámetro de carga variable, determinándose su índice de permeabilidad.

Haciendo uso de un permeámetro de carga variable, un cronometro, una probeta graduada, se procedió a realizar las mediciones de la siguiente manera:

- ✓ Se colocó la probeta de 100 mm por 150 mm en el permeámetro, verificando que la cara superior de la probeta y el punto de descarga del permeámetro se encuentren a nivel.
- ✓ Se agregó agua en el permeámetro manteniendo la válvula cerrada hasta tener un flujo constante.
- ✓ Se cerró la válvula y se dio golpes ligeros para que salga todo el aire atrapado en los poros.
- ✓ Con ayuda de la válvula se enrazó a 15 cm de columna de agua (H)
- ✓ Se abrió la válvula y se tomó el tiempo de descarga (T)
- ✓ El coeficiente de permeabilidad se calculó con el siguiente procedimiento:

$$K = H / T$$

Donde :

$K$  : Coeficiente de permeabilidad

$H$  : Carga hidráulica o columna de agua

$T$  : Tiempo de descarga

$$Q = V / T * A$$

Donde:

$Q$  : Caudal de descarga

$V$  : Volumen de agua

$T$  : Tiempo de descarga

$A$  : Área de la sección transversal de la probeta

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

#### 3.7.1. Media Aritmética

Es el valor promedio de los valores obtenidos en cada ensayo, se obtiene sumando todos los valores y dividiendo por el número total de datos, es decir:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n xi / n$$

Donde:

$\bar{x}$  = Media Aritmética.

$\Sigma$  = Sumatoria.

$x_i$  = Observación de la muestra. Representa cada dato en el conjunto.

$n$  = Tamaño de la muestra. Es el número de términos en el conjunto.

#### 3.7.2. Varianza

Es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media.

$$\sigma^2 = \Sigma(x - \bar{x})^2 / n - 1$$

Donde:

$\sigma^2$  = Varianza

$\Sigma$  = Sumatoria.

$x_i$  = Observación de la muestra. Representa cada dato en el conjunto.

$\bar{x}$  = Media Aritmética.

$n$  = Tamaño de la muestra. Es el número de términos en el conjunto.

#### 3.7.3. Desviación Estándar

Es el promedio de diferencia que hay entre los datos y la media.

$$DS = \sqrt{\sigma^2}$$

Donde:

$\sigma^2$  = Varianza

### 3.7.4. Coeficiente de variación

Es una medida estadística que nos informa acerca de la dispersión relativa de un conjunto de datos.

$$CV = \frac{DS}{\bar{x}} \times 100$$

Donde:

DS = Desviación estándar

$\bar{x}$  = Media Aritmética

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1. Propiedades de las físicas y mecánicas agregados

A continuación se muestran los resultados de los ensayos realizados a los agregados para determinar las propiedades físicas y mecánicas, necesarios para el presente estudio:

#### 4.1.1. Contenido de humedad

**Tabla 6:** Resultados de contenido de humedad

TIPO DE AGREGADO	DIAMETRO	% H
CANTO RODADO	3/4"	1.31
	3/8"	1.55
PIEDRA CHANCADA	3/4"	1.41
	3/8"	1.04

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Peso Unitario del agregado grueso, según la norma NTP 400.017 /ASTM C-29.

**Tabla 7:** Resultados de Peso Unitario del agregado grueso

TIPO DE AGREGADO	DIAMETRO	P.U. (Kg/m <sup>3</sup> )	
		SUELTO	COMPACTADO
CANTO RODADO	3/4"	1463.09	1636.83
	3/8"	1343.90	1505.99
PIEDRA CHANCADA	3/4"	1311.37	1477.39
	3/8"	1291.46	1454.08

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. El peso específico y absorción del agregado grueso, según la norma NTP 400.022/ ASTM C-128.

**Tabla 8:** Resultados de peso específico y absorción del agregado grueso

TIPO DE AGREGADO	DIAMETRO	PESO ESPECÍFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)
CANTO RODADO	3/4"	2615,57	3,527
	3/8"	2636,78	3,849
PIEDRA CHANCADA	3/4"	2558,56	2,781
	3/8"	2609,31	3,572

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Resistencia a la degradación del agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles según la norma NTP 400.019/ ASTM C-131.

**Tabla 9:** Resultados de resistencia a la degradación por abrasión

TIPO DE AGREGADO	DESGASTE PRUEBA "B" (%)
CANTO RODADO	25.80
PIEDRA CHANCADA	28.50

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Resultados de diseño de mezcla para concreto permeable de los diferentes ensayos

**Tabla 10:** Resultados de diseño de mezcla

MATERIAL	C° Perm. Canto Rodado		C° Perm. Piedra Chancada	
	15 % de Vacíos	25 % de Vacíos	15 % de Vacíos	25 % de Vacíos
Cemento (Kg )	347,20	231,47	347,20	245,08
Agregado de 3/8" (Kg )	150,20	146,41	148,62	142,37
Agregado de 3/4" (Kg )	1344,98	1311,08	1333,24	1277,22
Agua efectiva (Kg )	171,69	124,57	160,59	118,83
TOTAL (Kg )	2014,08	1813,53	1989,65	1783,51

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Resultados de los ensayos de concreto en estado fresco

##### 4.3.1. Resultados de las pruebas de revenimiento para concreto permeable, según la norma NTP 339.035/ASTM C-143.

**Tabla 11:** Resultados de las pruebas de revenimiento

DESCRIPCIÓN	TIPO DE CONCRETO			
	CR-15%	CR-25%	PCH-15%	PCH-25%
SLUMP (cm)	0	0	0	0
CONSISTENCIA	seca	seca	seca	seca

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Resultados de densidad (peso unitario) del concreto y contenido de aire, según la norma NTP 339.046/ ASTM C-138

Tabla 12: Resultados de densidad del concreto y contenido de aire

código	Vol (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )		Contenido de aire(%)	
		Teórico	Obtenido	Teórico	Obtenido
CR1507	0,009	1901,1	1957,3	15	12,49
CR1514	0,009	1901,1	1897,5	15	15,16
CR1528	0,009	1901,1	1910,7	15	14,57
Promedio					14,07
CR2507	0,009	1711,8	1685,5	25	26,15
CR2514	0,009	1711,8	1779,5	25	22,03
CR2528	0,009	1711,8	1720,5	25	24,62
Promedio					24,27
PC1507	0,009	1878,0	1895,0	15	14,23
PC1514	0,009	1878,0	1812,5	15	17,97
PC1528	0,009	1878,0	1797,5	15	18,64
Promedio					16,95
PC2507	0,009	1683,4	1670,5	25	25,58
PC2514	0,009	1683,4	1594,5	25	28,96
PC2528	0,009	1683,4	1507,5	25	32,84
Promedio					29,13

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Resultados de ensayos de concreto en estado endurecido

##### 4.4.1. Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión (según norma NTP 339.034/ ASTM C-39)

Tabla 13: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con canto rodado con 15% de vacíos

Cód. de espécimen	Porcentaje de vacíos	Edad	Diámetro	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
CR150701	15	7	15,27	30,49	183,13	13940	76,12
CR150702	15	7	15,2	30,65	181,46	17870	98,48
CR150703	15	7	15,22	30,53	181,94	15506	85,23
Promedio							86,61
CR151401	15	14	15,08	30,48	178,60	20857	116,78
CR151402	15	14	15,21	30,15	181,70	19369	106,60
CR151403	15	14	15,15	30,55	180,27	20051	111,23
Promedio							111,54
CR152801	15	28	15,05	30,53	177,89	21592	121,38
CR152802	15	28	14,98	30,03	176,24	19720	111,89
CR152803	15	28	15,2	30,12	181,46	21782	120,04
Promedio							117,77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con canto rodado con 25% de vacíos

Cód. de espécimen	Porcentaje de vacíos	Edad	Diámetro	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
CR250701	25	7	15,02	30,17	177,19	12138	68,50
CR250702	25	7	14,97	30,12	176,01	11453	65,07
CR250703	25	7	14,98	30,14	176,24	9973	56,59
Promedio							63,39
CR251401	25	14	15,15	30,53	180,27	12328	68,39
CR251402	25	14	15,05	30,48	177,89	15031	84,49
CR251403	25	14	15,21	30,55	181,70	14919	82,11
Promedio							78,33
CR252801	25	28	14,96	30,12	175,77	16103	91,61
CR252802	25	28	15,04	29,95	177,66	16884	95,04
CR252803	25	28	15,24	30,41	182,41	15398	84,41
Promedio							90,35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con piedra chancada con 15% de vacíos

Cód. de espécimen	Porcentaje de vacíos	Edad	Diámetro	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
PC150701	15	7	14,98	30,14	176,24	14761	83,75
PC150702	15	7	15,22	30,68	181,94	14413	79,22
PC150703	15	7	15,18	30,54	180,98	14082	77,81
Promedio							80,26
PC151401	15	14	15,05	30,15	177,89	17817	100,15
PC151402	15	14	14,98	30,03	176,24	17430	98,90
PC151403	15	14	15,18	30,5	180,98	15271	84,38
Promedio							94,48
PC152801	15	28	15,21	30,61	181,70	17674	97,27
PC152802	15	28	15,25	30,44	182,65	20217	110,68
PC152803	15	28	14,97	30,07	176,01	17380	98,75
Promedio							102,23

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión para el concreto permeable fabricado con piedra chancada con 25% de vacíos

Cód. de espécimen	Porcentaje de vacíos	Edad	Diámetro	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Max. (Kg.)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
PC250701	25	7	15,24	30,61	182,41	9417	51,62
PC250702	25	7	15,18	60,68	180,98	8262	45,65
PC250703	25	7	15,14	30,66	180,03	8438	46,87
Promedio							48,05
PC251401	25	14	15,22	30,17	181,94	10117	55,61
PC251402	25	14	15,12	30,33	179,55	9847	54,84
PC251403	25	14	15,05	30,25	177,89	10514	59,10
Promedio							56,52
PC252801	25	28	14,97	30,02	176,01	12100	68,75
PC252802	25	28	14,94	30,11	175,30	12947	73,85
PC252803	25	28	14,93	30,03	175,07	12827	73,27
Promedio							71,96

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Resultados de las pruebas de permeabilidad (según norma ACI 522R-10)

Tabla 17: Resultados de las pruebas de permeabilidad

Cod. Espécimen	Altura de agua (mm)	Tiempo (s)				K (mm/s)
		T1	T2	T3	$\bar{x}$	
CR1501	150,00	16,46	16,4	16,47	16,44	9,12
CR1502	150,00	20,45	20,29	20,3	20,35	7,37
CR1503	150,00	18,32	18,25	18,04	18,20	8,24
promedio						8,24
CR2501	150,00	7,57	7,83	7,43	7,61	19,71
CR2502	150,00	9,58	9,7	9,73	9,67	15,51
CR2503	150,00	8,98	9,12	9,05	9,05	16,57
promedio						17,27
PC1501	150,00	9,6	9,58	9,26	9,48	15,82
PC1502	150,00	8,94	9,2	9,36	9,17	16,36
PC1503	150,00	9,84	9,93	9,86	9,88	15,19
promedio						15,79
PC2501	150,00	5,12	5,22	5,14	5,16	29,07
PC2502	150,00	5,37	5,25	5,69	5,44	27,59
PC2503	150,00	5,3	5,24	5,55	5,36	27,97
promedio						28,21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Resultados de las pruebas de permeabilidad en términos de caudal de descarga

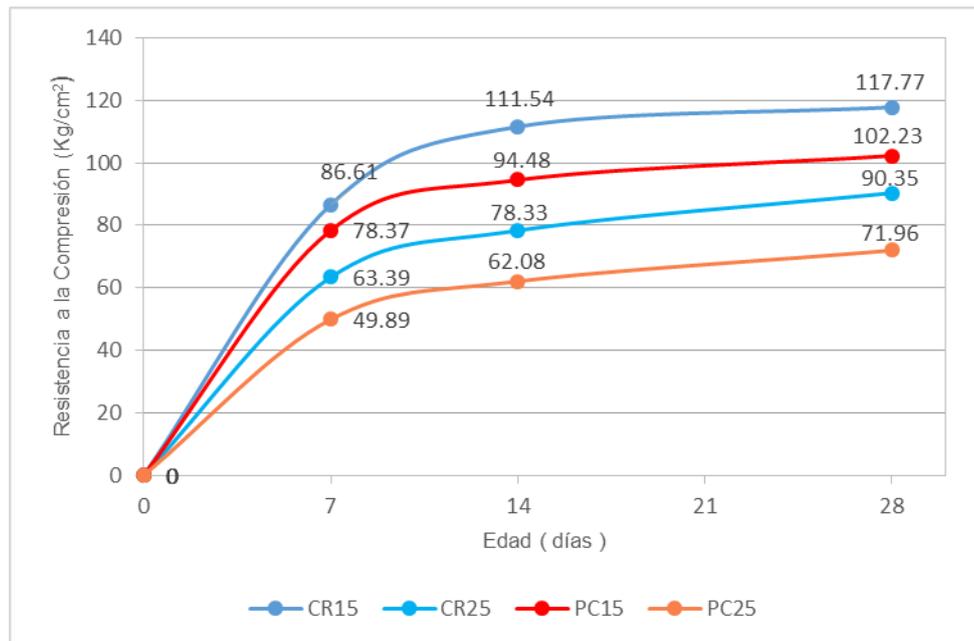
Cod. Espécimen	Diametro (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Volumen (l)	Tiempo (s)	Q(l/s)	l/s/m <sup>2</sup>
CR1501	0,1025	0,0083	1,238	16,443	0,075	9,12
CR1502	0,1025	0,0083	1,238	20,347	0,061	7,37
CR1503	0,1025	0,0083	1,238	18,203	0,068	8,24
promedio						8,24
CR2501	0,1025	0,0083	1,238	7,610	0,163	19,71
CR2502	0,1025	0,0083	1,238	9,670	0,128	15,51
CR2503	0,1025	0,0083	1,238	9,050	0,137	16,57
promedio						17,27
PC1501	0,1025	0,0083	1,238	9,480	0,131	15,82
PC1502	0,1025	0,0083	1,238	9,167	0,135	16,36
PC1503	0,1025	0,0083	1,238	9,877	0,125	15,19
promedio						15,79
PC2501	0,1025	0,0083	1,238	5,160	0,240	29,07
PC2502	0,1025	0,0083	1,238	5,437	0,228	27,59
PC2503	0,1025	0,0083	1,238	5,363	0,231	27,97
promedio						28,21

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

En la siguiente figura se muestra la evolución de la resistencia a la compresión que alcanzan los diferentes tipos de concreto permeable materia de la presente investigación.

Figura 3: Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos permeables.

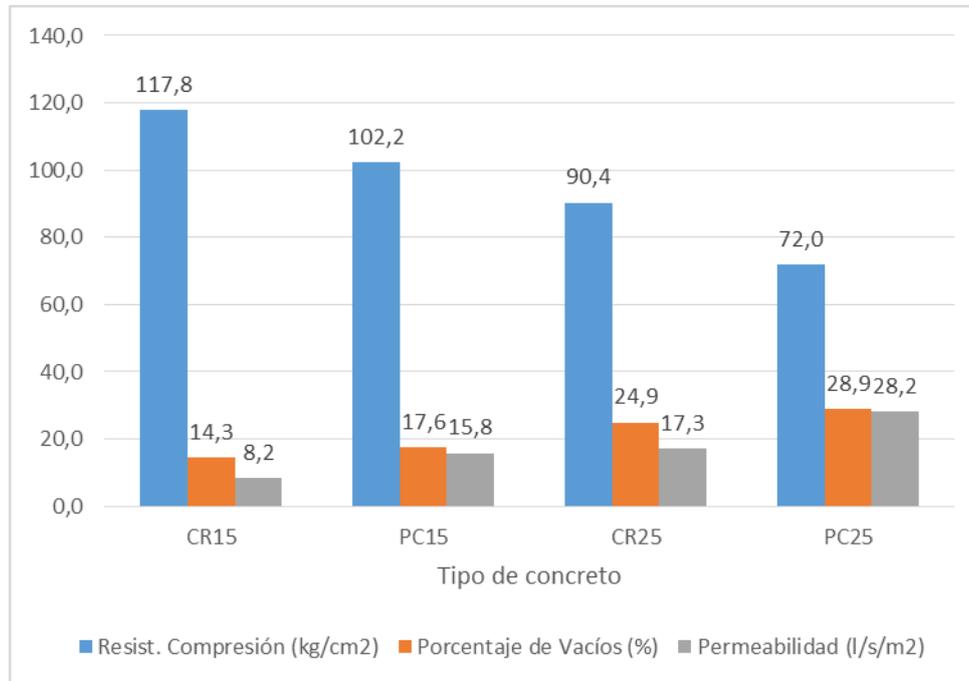


Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se verifica que los cuatro tipos de concreto ensayados muestran una tendencia similar de evolución de su resistencia a la compresión, alcanzando el 70% y 90% de su resistencia total a los 7 y 14 días respectivamente. Además se puede apreciar que el concreto permeable fabricado con canto rodado ha logrado la mayor resistencia. Asimismo se observa que los tipos de concreto fabricados con 15% de vacíos son más resistentes en comparación con los fabricados con 25% de vacíos.

La mayor resistencia a la compresión alcanzó a los 28 días de curado, un valor de 117.77 Kg/cm<sup>2</sup> (11.55 Mpa) correspondiéndole al concreto permeable fabricado con canto rodado con 15% de vacíos, mientras que el valor más bajo le corresponde al concreto permeable fabricado con piedra chancada con 25% de vacíos, con un valor de 71.96 Kg/cm<sup>2</sup> (7.06 Mpa) en el mismo tiempo de curado. Estos valores alcanzados se encuentran dentro del rango establecido por la norma ACI-522R para la elaboración de un concreto permeable la cual señala valores de entre 2,8 a 28 MPa. También se puede determinar que el concreto permeable fabricado con canto rodado es más resistente a la compresión que el fabricado con piedra chancada, corroborando la hipótesis planteada en la presente investigación.

Figura 4: Relación entre Resistencia a la Compresión, Contenido de Vacíos y Permeabilidad

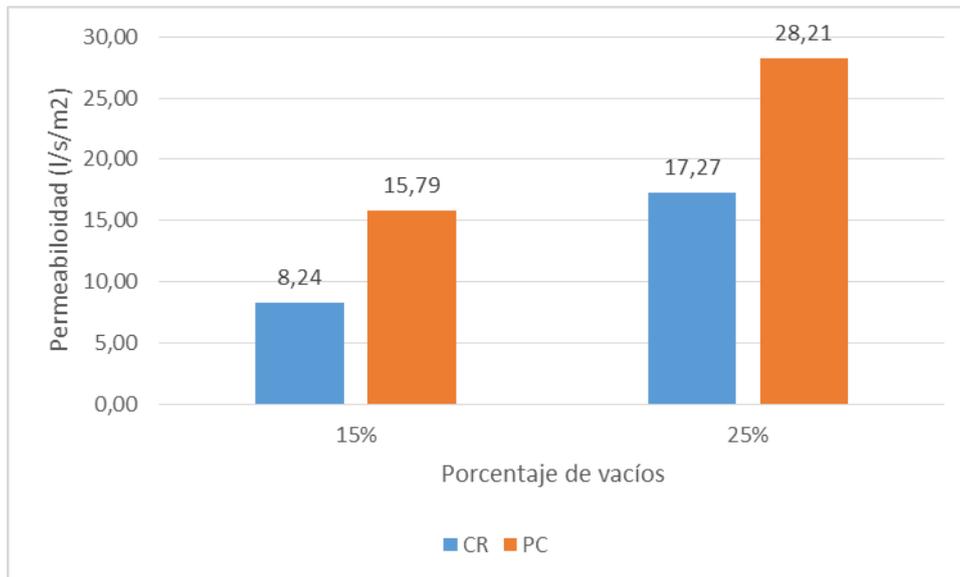


Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto se ha obtenido valores de resistencia a la compresión dentro del rango establecido por la norma ACI 522R, en el ensayo CR15 se ha logrado un porcentaje de vacíos ligeramente por debajo del rango establecido ( 15 a 35% de vacíos para concreto permeable) también, presenta un índice de permeabilidad de 8.24 l/s/m<sup>2</sup> ubicándolo dentro del rango de permeabilidad establecida en la norma antes mencionada que es de 81 a 730 l/min/m<sup>2</sup> (1.35 a 12.17 l/s/m<sup>2</sup>). Siendo la permeabilidad la función principal de éste tipo de concreto, podríamos considerarlo a éste ensayo como aceptable.

En cuanto a la permeabilidad del concreto materia de esta investigación indicamos:

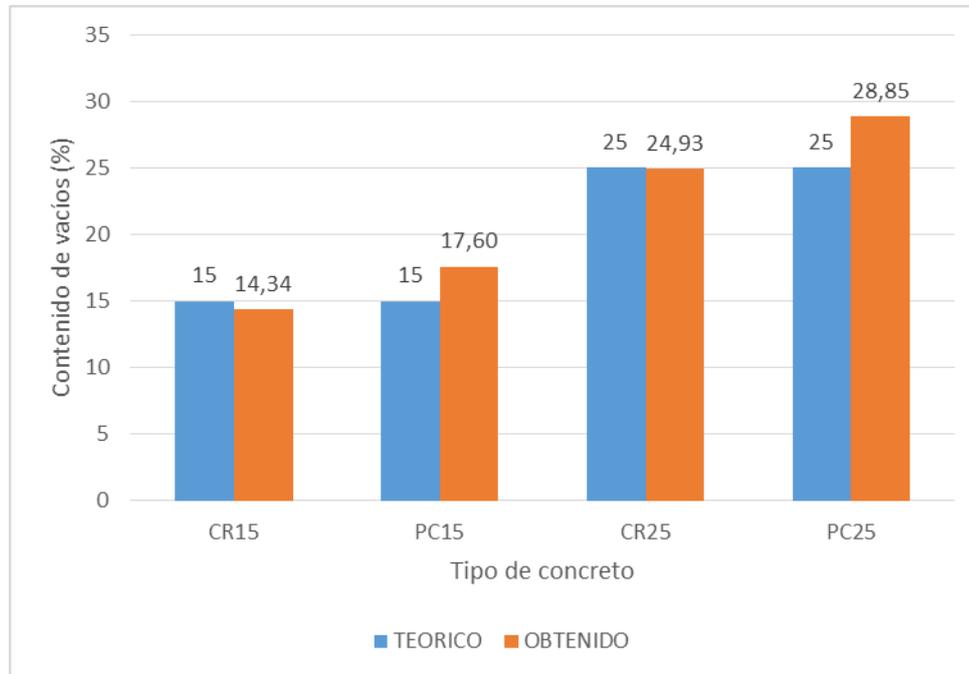
Figura 5: Permeabilidad alcanzada para diseño de 15 y 25% de vacíos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 podemos apreciar que el concreto fabricado con canto rodado es menos permeable que el fabricado con piedra chancada para los mismos porcentajes de contenido de vacíos, notándose que existe una diferencia de 7.55% y 10.94% para 15 y 25% de contenido de vacíos respectivamente, esto se debe al acomodo de partículas del agregado; siendo más fácil el desplazamiento entre partículas provenientes del agregado de canto rodado que el de piedra chancada, ya que éste último al tener ángulos marcados, presentan más resistencia a la fricción.

Figura 6: Comparación de contenido de vacíos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se grafican los valores promedio del contenido de vacíos obtenido para los cuatro tipos de concreto permeable diseñados. Como podemos apreciar, los porcentajes de vacíos obtenidos presentan valores ligeramente diferentes al valor teórico o de diseño, notándose que los resultados de los dos diseños para concreto permeable con piedra chancada presentan una mayor variación.

La norma ACI 522R-10 recomienda 15% de vacíos como mínimo para un concreto permeable, es decir que valores inferiores no presentan una tasa de percolación significativa, lo cual indica que tres concretos elaborados en esta investigación son considerados permeables.

## CONCLUSIONES

En nuestra investigación concluimos que:

- ✓ Se demostró que existe diferencia tanto en la resistencia a la compresión, así como en la permeabilidad del concreto permeable fabricado con canto rodado frente al concreto permeable fabricado con piedra chancada. Siendo el primero más resistente pero menos permeable.
- ✓ La resistencia a la compresión del concreto permeable fabricado con canto rodado, es superior al concreto permeable fabricado con piedra chancada, siendo 13% más alta para un diseño de 15% de contenido de vacíos y 20% más alta para un diseño de 25% de contenido de vacíos.
- ✓ La resistencia a la compresión obtenida para un concreto permeable con 15% de vacíos fabricado con canto rodado alcanzó un valor de 117.77 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia del concreto permeable fabricado con piedra chancada llegó a 102.23 Kg/cm<sup>2</sup>. No alcanzando los valores establecidos en el diseño de mezclas.
- ✓ El concreto permeable con mayor índice de permeabilidad bajo condiciones similares de diseño es el elaborado con piedra chancada frente al fabricado con canto rodado, siendo 48 % más permeable para un diseño de 15% de vacíos y 39 % más permeable para un diseño de 25% de vacíos.

## RECOMENDACIONES

- ✓ La presente investigación marca una clara ventaja en la utilización del tipo de agregado para la fabricación de un concreto permeable y su vez deja un amplio campo de investigación, pudiéndose realizar estudios similares analizando otras variables como: otras canteras, otros porcentajes de vacíos, otro tamaño de agregado, otros tipos de cemento, pruebas de intemperismo al concreto permeable, respuesta a los ataques de sulfatos, etc.
- ✓ El concreto permeable investigado en este trabajo se puede utilizar en superficies de bajo tráfico en nuestra localidad tales como: Playas de estacionamiento, zonas de parqueo, áreas próximas a las arboledas, ciclovías, áreas recreativas, vías peatonales, vías de tránsito liviano, establos pecuarios, muros y pisos para absorción acústica, captaciones de fondo de pozos de agua, etc. Sin embargo por ningún motivo deberá ser empleado en la construcción de elementos estructurales.
- ✓ El concreto permeable más resistente a la compresión estudiado en este trabajo, es el fabricado con canto rodado, por lo que se recomienda priorizar su uso en superficies permeables de mayores solicitaciones, pero si se considera predominante la permeabilidad se debe usar el

concreto fabricado con piedra chancada, debiendo tener en cuenta que el costo es igual en los dos tipos de concreto.

## REFERENCIAS

- ABANTO CABELLOS, T. (2016). *Permeabilidad de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante*, Cajamarca, 2016. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- ALCALDE PAREDES, S. (2015). *Evaluación del agregado proveniente de la cantera “Río Cajamarquino” para la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido*, Cajamarca 2015. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- ARAGÓN MATAMOROS, D. J., & NAVAS CARRO, A. (Noviembre de 2012). Cilindros de concreto. *Infraestructura vial*(25). Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/download/3922/3794>
- AREQUIPA, A. (27 de Enero de 2018). Obtenido de Manual del constructor: <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/concreto.html>
- BENITES BUSTAMANTE, J. (2014). *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera Río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast*. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- CERDÁN PÉREZ, L. (2015). *Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la Victoria y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos*, Cajamarca 2015. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- CHOQUE CCARITAYÑA, H. &. (2016). *“Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zuritre, adisionando aditivo superplastificante de densidad 1.2 Kg/l para una resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>”*. Cusco, Perú.
- DE SOLMINIHAC, H., VIDELA, C., FERNÁNDEZ, B., & CASTRO, J. (Agosto de 2007). Desarrollo de mezclas de hormigón poroso para pavimentos urbanos permeables. *Materiales de Construcción*, 57. Obtenido de <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/54/67>
- Diccionario de Arquitectura y construcción*. (27 de Enero de 2018). Obtenido de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-Abrasi%F3n>
- Diccionario de la construcción*. (27 de Enero de 2018). (F. L. CONSTRUCCIÓN, Productor) Obtenido de <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/procesos-productivos-obra-civil/firmes-y-pavimentos/gravas>
- DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA. FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM. (2006). *Control de calidad y colocación de concretos permeables*. Obtenido de [www.unam.mx: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/559/A6%20Capitulo%203%20Propiedades%20Del%20Concreto%20Permeable.pdf?sequence=6](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/559/A6%20Capitulo%203%20Propiedades%20Del%20Concreto%20Permeable.pdf?sequence=6)
- JAVIER SILVA, O. (29 de Agosto de 2017). *Blog 360º en concreto*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/ventajas-del-concreto-permeable/>
- KOSMATKA, S. H., KERKHOFF, B., PANARESE, W. C., & TENESI, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois, EE.UU. Obtenido de [https://issuu.com/gustavochochongalcivar/docs/dise\\_o\\_y\\_control\\_de\\_mezclas\\_de\\_con](https://issuu.com/gustavochochongalcivar/docs/dise_o_y_control_de_mezclas_de_con)
- LAGUNA ALEMÁN, J., & PIEDRAHITA GONZALES, O. J. (2017). *Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en Cartagena de Indias para uso de pavimentos en parqueaderos*. Cartagena de Indias, Bolivar, Colombia.

- MAMLOUK, M. S., & ZANIEWSKI, J. P. (2009). *Materiales para Ingeniería Civil*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- NAVAS CARRO, A., & FERNÁNDEZ ARRIETA, R. (Mayo de 2011). Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. *INFRAESTRUCTURA VIAL*(24), 40-49.
- PACOMPIA CALCINA, I. A., & FLORES QUISPE, C. E. (2015). *DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE CON ADICIÓN DE TIRAS DE PLÁSTICO PARA PAVIMENTOS  $f_c$  175 kg/cm<sup>2</sup> EN LA CIUDAD DE PUNO*. Puno.
- PÉREZ GORDILLO, J. (2017). *Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017*. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- SALIS VALVERDE, B. (2016). *Influencia del contenido de aire en concretos porosos con agregados de la cantera Yanag - Huánuco*. Huánuco, Perú.
- TOXEMENT, & EUCLID GROUP. (26 de Agosto de 2017). *WWW.TOXEMENT.COM.CO*. Obtenido de [http://www.toxement.com.co/media/3126/08\\_2017\\_concreto\\_poroso.pdf](http://www.toxement.com.co/media/3126/08_2017_concreto_poroso.pdf)

## ANEXOS

### 5.1. Anexo 1: Panel fotográfico.

Fotografía N° 01

Tamices para la selección de los agregados



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 02

Canto rodado y piedra chancada del rio Mashcón.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 03

Muestras de los agregados en la estufa y pesado de las mismas.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 04

Prueba de abrasión *Los Angeles* de los agregados (MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.019)



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N°05

Determinación del peso unitario de los agregados (MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017)



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 06

Determinación de la gravedad específica y absorción de los Agregados (MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022)



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 07

Preparado del concreto permeable



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 08

Determinación del peso unitario del concreto permeable en estado fresco



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 09

Prueba de asentamiento o *slump* y fabricación de las probetas. ( MTC E705 – ASTM C143  
– NTP 339.035)



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 10

Fabricación de las probetas.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 11

Desencofrado de probetas.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 12

Probetas de concreto permeable.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 13

Peso sumergido y medición del volumen de las probetas.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 14

Medición del peso y volumen de las probetas.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 15

Ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos (MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034)



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 16

Fallas presentadas en las probetas de concreto después del ensayo de compresión



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 17

Calibración del permeámetro.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 18

Medición de la permeabilidad de las probetas.



Fuente: Elaboración propia.

## **5.2. Anexo 2: Protocolos de laboratorio.**

**LABORATORIO DE CONCRETO**

**PROTOCOLO**



<b>ENSAYO</b>	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PUA-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

CANTERA:	RIO MASHCÓN	TIPO DE CANTERA:	RIO
UBICACIÓN:	HUOMBOCANCHA / CAS	TIPO DEL MATERIAL:	CANTO RODADO
FECHA DE MUESTRA:	01 / 12 / 2017	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA.
FECHA DE ENSAYO:	03 / 12 / 2017	REVISADO POR:	Ing. VÍCTOR SÁNCHEZ T.

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO 3/8"**

AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		3/8"	VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg.	18.99	19.18	18.84	19.000
B	Peso del molde	Kg.	4.785	4.785	4.785	4.785
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	Kg.	14.21	14.39	14.05	14.215
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1504.93	1524.53	1488.51	1505.994
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg.	17.34	17.64	17.43	17.47
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	Kg.	12.557	12.85	12.648	12.685
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b> $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1330.339	1361.38	1339.98	1343.900

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO 3/4"**

AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		3/4"	VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	Kg.	20.44	20.13	20.15	20.235
B	Peso del molde	Kg.	4.785	4.785	4.785	4.785
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	Kg.	15.65	15.34	15.36	15.450
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1658.02	1625.18	1627.30	1636.835
E	Peso del Molde + AG Suelto	Kg.	18.54	18.50	18.76	18.595
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	Kg.	13.75	13.71	13.97	13.810
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b> $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1456.73	1452.49	1480.04	1463.087

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: <b>Victor Cuervo</b> COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: VÍCTOR SÁNCHEZ T.
FECHA: 03 / 12 / 17	FECHA: 03 / 12 / 17	FECHA: 03 / 12 / 17

**LABORATORIO DE CONCRETO**

**PROTOCOLO**



<b>ENSAYO</b>	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PUA-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

<b>CANTERA:</b>	RIO MASHCON	<b>TIPO DE CANTERA:</b>	RIO
<b>UBICACIÓN:</b>	HUAMBOCANCHA / CUS	<b>TIPO DEL MATERIAL:</b>	PIEDRA CHACADA.
<b>FECHA DE MUESTRA:</b>	01 / 12 / 2017	<b>RESPONSABLE:</b>	SAÚL CASTRO / TEOFILO GUEVARA
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	03 / 12 / 2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. VÍCTOR SÁNCHEZ T.

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO 3/8"**

AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		3/8"		VOLUMEN MOLDE	RESULTADO
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3		
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	18.54	18.39	18.61	18.510	
B	Peso del molde	Kg	4.785	4.785	4.785	4.785	
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	Kg	13.75	13.600	13.826	13.725	
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1456.73	1440.84	1464.78	1454.081	
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	16.685	16.335	17.405	16.975	
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	Kg	11.90	12.05	12.62	12.190	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b> $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1260.7336	1276.6252	1337.0133	1291.457	

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO 3/4"**

AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		3/4"		VOLUMEN MOLDE	RESULTADO
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3		
A	Peso del Molde + AG Compactado	Kg	18.80	18.86	18.54	18.730	
B	Peso del molde	Kg	4.785	4.785	4.785	4.785	
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	Kg	14.01	14.075	13.75	13.945	
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1484.28	1491.16	1456.73	1477.389	
E	Peso del Molde + AG Suelto	Kg	16.94	17.18	17.38	17.163	
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	Kg	12.15	12.39	12.59	12.378	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b> $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1287.22	1312.65	1334.26	1311.375	

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAUL CASTRO / TEOFILO GUEVARA	NOMBRE: VÍCTOR SÁNCHEZ T. INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: Ing. VÍCTOR SÁNCHEZ T.
FECHA: 03/12/17	FECHA: 03/12/17	FECHA: 03/12/17

PROTOCOLO



<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	ASTM C-566 / NTP 339.185		CH-LC-UPNC: .....
<b>PROYECTO:</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017		
<b>CANTERA:</b>	RIO MASHCÓN	<b>TIPO DE CANTERA:</b>	CANTERA DE RÍO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAJAMARCA	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	CANTO RODADO 3/8"
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	01/12/2017	<b>RESPONSABLE:</b>	Saúl Castro / Teófilo Guevara
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	04/12/2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Victor Sánchez Terrones

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
W	Masa de la muestra húmeda original	gr	2692.73
D	Masa de la muestra seca	gr	2651.60
p	Contenido total de humedad total evaporable de la muestra	%	1.55

$$p = \frac{100(W - D)}{D}$$

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Saúl Castro Hernández Teófilo Guevara Díaz	 Victor Cuzco Minchán	 Ing. Victor Sánchez Terrones
FECHA 04-12-17	FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM C-566 / NTP 339.185	
<b>PROYECTO:</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

<b>CANTERA:</b>	RIO MASHCÓN	<b>TIPO DE CANTERA:</b>	CANTERA DE RÍO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAJAMARCA	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	CANTO RODADO 3/4"
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	01/12/2017	<b>RESPONSABLE:</b>	Saúl Castro / Teófilo Guevara
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	04/12/2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Víctor Sánchez Terrones

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
W	Masa de la muestra húmeda original	gr	2651.40
D	Masa de la muestra seca	gr	2617.03
p	Contenido total de humedad total evaporable de la muestra	%	1.31

$$p = \frac{100(W - D)}{D}$$

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Saúl Castro Hernández Teófilo Guevara Díaz	Victor Cuzco Minchán	Ing. Víctor Sánchez Terrones
FECHA 04/12/17	FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17

**LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**



<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM C-566 / NTP 339.185	
<b>PROYECTO:</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

<b>CANTERA:</b>	RIO MASHCÓN	<b>TIPO DE CANTERA:</b>	CANTERA DE RÍO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAJAMARCA	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	PIEDRA CHANCADA 3/4
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	01/12/2017	<b>RESPONSABLE:</b>	Saúl Castro / Teófilo Guevara
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	04/12/2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Victor Sánchez Terrones

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
<b>W</b>	Masa de la muestra húmeda original	gr	2846,00
<b>D</b>	Masa de la muestra seca	gr	2804,65
<b>p</b>	Contenido total de humedad total evaporable de la muestra	%	1,47

$$p = \frac{100(W - D)}{D}$$

**OBSERVACIONES:**

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Saúl Castro Hernández Teófilo Guevara Díaz	 Víctor Cuzco Minchán	 Ing. Victor Sánchez Terrones
FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17

**LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**



<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM C-566 / NTP 339.185	
<b>PROYECTO:</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

<b>CANTERA:</b>	RIO MASHCÓN	<b>TIPO DE CANTERA:</b>	CANTERA DE RÍO
<b>UBICACIÓN:</b>	CAJAMARCA	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	PIEDRA CHANCADA 3/8.
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	01/12/2017	<b>RESPONSABLE:</b>	Saúl Castro / Teófilo Guevara
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	04/12/2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Victor Sánchez Terrones

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
W	Masa de la muestra húmeda original	gr	2714.00
D	Masa de la muestra seca	gr	2685.20
p	Contenido total de humedad total evaporable de la muestra	%	1.07

$$p = \frac{100(W - D)}{D}$$

**OBSERVACIONES:**

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 Saúl Castro Hernández Teófilo Guevara Díaz	 Victor Cuzco Minchán	 Ing. Victor Sánchez Terrones
<b>FECHA</b> 04/12/17	<b>FECHA:</b> 04/12/17	<b>FECHA:</b> 04/12/17



PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

CANTERA:	RLO MASHCÓN	TIPO DE CANTERA:	RLO
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA /CAS.	TIPO DE MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA. 3/8"
FECHA DE MUESTRA:	01/12/2017	RESPONSABLE:	SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
FECHA DE ENSAYO:	04/12/2017	REVISADO POR:	Ing° VICTOR SÁNCHEZ T.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire	gr	1771.50	2082.20	1986.80	P R O M E D I O	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua	gr	1054.90	1239.92	1183.11		
C	Volumen de masa + volumen de vacío, $C = A - B$	gr	716.60	842.28	803.69		
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	1710.40	2021.38	1908.07		
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm <sup>3</sup>	655.50	781.47	724.97		
F	Peso especifico bulk (base seca), $F = D / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.38683	2.39989	2.37414		2.38695
G	Peso específico (base saturada), $G = A / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.47209	2.47209	2.47209		2.47209
H	Peso específico aparente (base seca), $H = D / E$	gr/cm <sup>3</sup>	2.60931	2.58665	2.63195		2.60930
I	Absorción, $K = (A - D / D) * 100$	%	3.57	3.01	4.13		3.57

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VICTOR CUZCO MINCHAN COORDINADOR LABORATORIO DE AN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: Ing. VICTOR SANCHEZ T.
FECHA: 04/12/2017	FECHA: 04/12/2017	FECHA: 04/12/17

PROTOCOLO



<b>ENSAYO</b>	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

CANTERA:	RIO MASHCON	TIPO DE CANTERA:	RIO
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA/COT.	TIPO DE MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA 3/4"
FECHA DE MUESTRA:	01/12/2017	RESPONSABLE:	SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA.
FECHA DE ENSAYO:	04/12/2017	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ J.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire	gr	2391.20	2108.40	2160.30	<b>P R O M E D I O</b>
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua	gr	1417.20	1249.59	1280.35	
C	Volumen de masa + volumen de vacío, $C = A - B$	gr	974.00	858.81	879.95	
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	2326.50	2052.35	2100.83	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm <sup>3</sup>	909.30	802.76	820.48	
F	Peso específico bulk (base seca), $F = D / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.38860	2.38977	2.38744	2.38861
G	Peso específico (base saturada), $G = A / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.45503	2.45503	2.45503	2.45503
H	Peso específico aparente (base seca), $H = D / E$	gr/cm <sup>3</sup>	2.55856	2.55662	2.56050	2.55856
I	Absorción, $K = (A - D / D) * 100$	%	2.78	2.73	2.83	2.78

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL VICTOR CUZCO MINCHAN	NOMBRE: Ing. VICTOR SÁNCHEZ J.
FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17

**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**



PROTOCOLO		
<b>ENSAYO</b>	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

CANTERA:	RIO MASHCON	TIPO DE CANTERA:	RIO
UBICACIÓN:	HUAMBDCANCHA / CAJ.	TIPO DE MATERIAL:	CANTO RODADO 3/8"
FECHA DE MUESTRA:	01/12/2017	RESPONSABLE:	SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA.
FECHA DE ENSAYO:	04/12/2017	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ T.

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire	gr	1807.80	1822.60	1799.60	<b>P R O M E D I O</b>	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua	gr	1080.60	1089.45	1075.70		
C	Volumen de masa + volumen de vacío, <b>C = A - B</b>	gr	727.20	733.15	723.90		
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	1740.80	1756.05	1731.90		
E	Volumen de masa, <b>E = C - (A - D)</b>	cm <sup>3</sup>	660.20	666.60	656.21		
F	Peso específico bulk (base seca), <b>F = D / C</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.39384	2.39520	2.39246		2.39383
G	Peso específico (base saturada), <b>G = A / C</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.48597	2.48597	2.48597		2.48597
H	Peso específico aparente (base seca), <b>H = D / E</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.63676	2.63432	2.63927		2.63678
I	Absorción, <b>K = (A - D / D) * 100</b>	%	3.85	3.79	3.91		3.85

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VICTOR CUZCO MINCHAN COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: Ing. VICTOR SANCHEZ T.
FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA. CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

CANTERA:	RIO MASHCÓN	TIPO DE CANTERA:	RIO
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA / CAJ.	TIPO DE MATERIAL:	CANTO RODADO 3/4"
FECHA DE MUESTRA:	01 / 12 / 2017	RESPONSABLE:	SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
FECHA DE ENSAYO:	04 / 12 / 2017	REVISADO POR:	Ing. VÍCTOR SÁNCHEZ T.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire	gr	2764.70	2781.20	2736.80	P R O M E D I O
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua	gr	1649.50	1659.34	1632.85	
C	Volumen de masa + volumen de vacío, $C = A - B$	gr	1175.20	1121.86	1103.95	
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	2670.50	2685.44	2644.55	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm <sup>3</sup>	1021.00	1026.09	1011.70	
F	Peso específico bulk (base seca), $F = D / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.39464	2.39375	2.39554	2.39464
G	Peso específico (base saturada), $G = A / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.47911	2.47911	2.47911	2.47911
H	Peso específico aparente (base seca), $H = D / E$	gr/cm <sup>3</sup>	2.61557	2.61715	2.61398	2.61557
I	Absorción, $K = (A - D / D) * 100$	%	3.53	3.57	3.49	3.53

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: Ing. VÍCTOR SÁNCHEZ T.
FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17	FECHA: 04/12/17

**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**



<b>ENSAYO</b>	ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> ALA-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.019	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

CANTERA:	RIO MASHCON	TIPO DE CANTERA:	RIO
UBICACIÓN:	HUAMBACAYCHA - CAJ.	TIPO DE MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA
FECHA DE MUESTRA:	01/12/2017	RESPONSABLE:	SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
FECHA DE ENSAYO:	08/01/2018	REVISADO POR:	ING. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
MUESTREO:			

**GRANULOMETRÍA DE ENSAYO**

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
<b>CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)</b>	12	11	8	6

**GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO**

Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)
1 ½"	1"	1250 ± 25			
1"	¾"	1250 ± 25			
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10		
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	¼"			2500 ± 10	
¼"	N° 4			2500 ± 10	
N° 4	N° 8				5000 ± 10
<b>TOTALES</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

**DESGASTE A LA ABRASIÓN**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5000.00	—	—	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	3575.0	—	—	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	28.5	—	—	28.5

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAUL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VICTOR GUIZO MASHCON	NOMBRE: ING. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 08/01/18	FECHA: 08/01/18	FECHA: 08/01/18

**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**



**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½")	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> ALA-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.019	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

CANTERA:	Río Mashcón	TIPO DE CANTERA:	Río
UBICACIÓN:	HUMBUCANCHA - CAJ	TIPO DE MATERIAL:	CANTO RODADO
FECHA DE MUESTRA:	01/12/2017	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
FECHA DE ENSAYO:	08/01/2018	REVISADO POR:	ING. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
MUESTREO:			

**GRANULOMETRÍA DE ENSAYO**

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
<b>CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)</b>	12	11	8	6

**GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO**

Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)
1 ½"	1"	1250 ± 25			
1"	¾"	1250 ± 25			
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10		
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	¼"			2500 ± 10	
¼"	N° 4			2500 ± 10	
N° 4	N° 8				5000 ± 10
<b>TOTALES</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

**DESGASTE A LA ABRASIÓN**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso muestra total	gr	5000	-	-	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	3710	-	-	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	25.8	-	-	25.8

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA FECHA: 08/01/18	 NOMBRE: Victor Cuzco Minchan COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL FECHA: 08/01/18	 NOMBRE: ING. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES. FECHA: 08/01/18



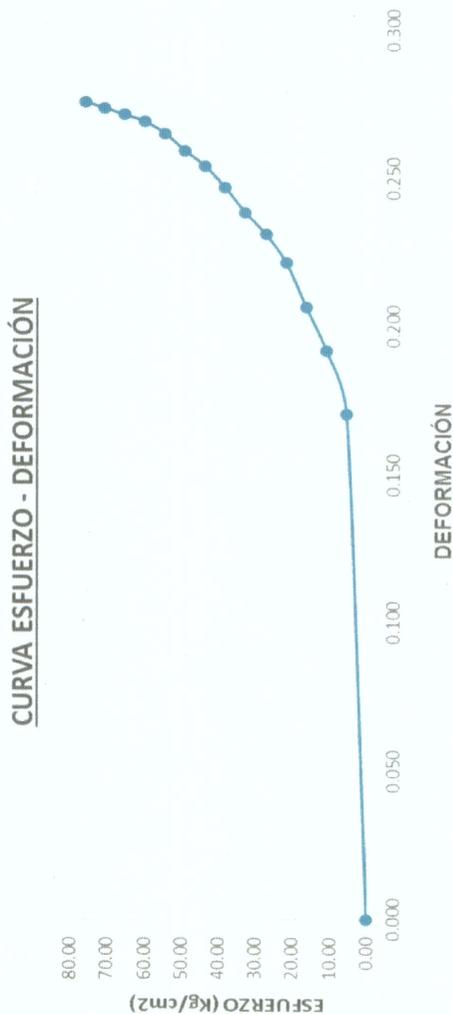
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR150701	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.27
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.49
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm²):	183.13
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0.00	0.00	0.00	0.000
2	1000.00	5.19	5.46	0.170
3	2000.00	5.84	10.92	0.192
4	3000.00	6.29	16.38	0.206
5	4000.00	6.75	21.84	0.221
6	5000.00	7.04	27.30	0.231
7	6000.00	7.26	32.76	0.238
8	7000.00	7.52	38.22	0.247
9	8000.00	7.74	43.68	0.254
10	9000.00	7.90	49.14	0.259
11	10000.00	8.08	54.60	0.265
12	11000.00	8.20	60.07	0.269
13	12000.00	8.27	65.53	0.271
14	13000.00	8.34	70.99	0.274
15	13940.00	8.40	76.12	0.276



OBSERVACIONES:

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i> Victor Cuzco Minchán	<i>[Signature]</i>
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHÁN COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FECHA: 12/01/18



**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

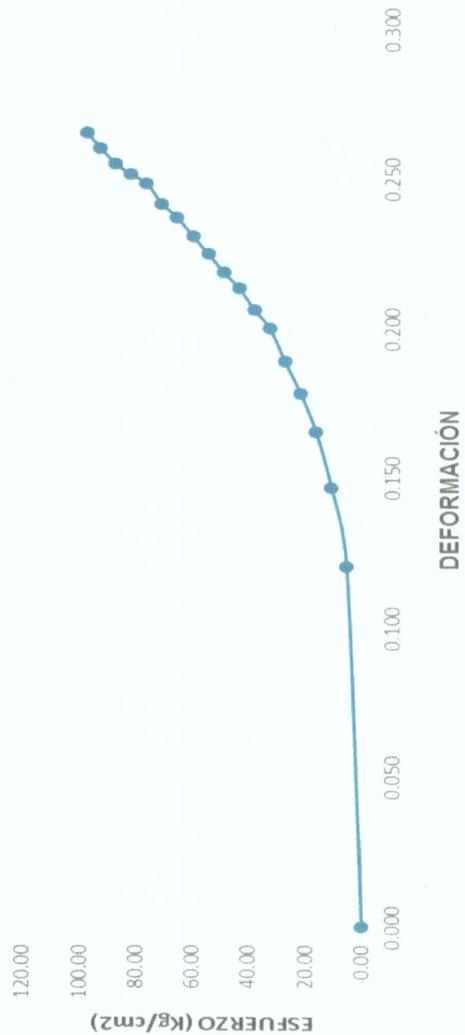
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR150702	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.20
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.65
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm²):	181.46
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0.00	0.00	0.00	0.000
2	1000.00	3.68	5.46	0.121
3	2000.00	4.48	10.92	0.147
4	3000.00	5.05	16.38	0.166
5	4000.00	5.44	21.84	0.178
6	5000.00	5.76	27.30	0.189
7	6000.00	6.10	32.76	0.200
8	7000.00	6.29	38.22	0.206
9	8000.00	6.51	43.68	0.214
10	9000.00	6.67	49.14	0.219
11	10000.00	6.86	54.60	0.225
12	11000.00	7.04	60.07	0.231
13	12000.00	7.23	65.53	0.237
14	13000.00	7.37	70.99	0.242
15	14000.00	7.58	76.45	0.249
16	15000.00	7.67	81.91	0.252
17	16000.00	7.78	87.37	0.255
18	17000.00	7.94	92.83	0.260
19	17870.00	8.10	97.58	0.266

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHÁN COORDINADOR LABORATORIO DE CONCRETO MASHCON UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



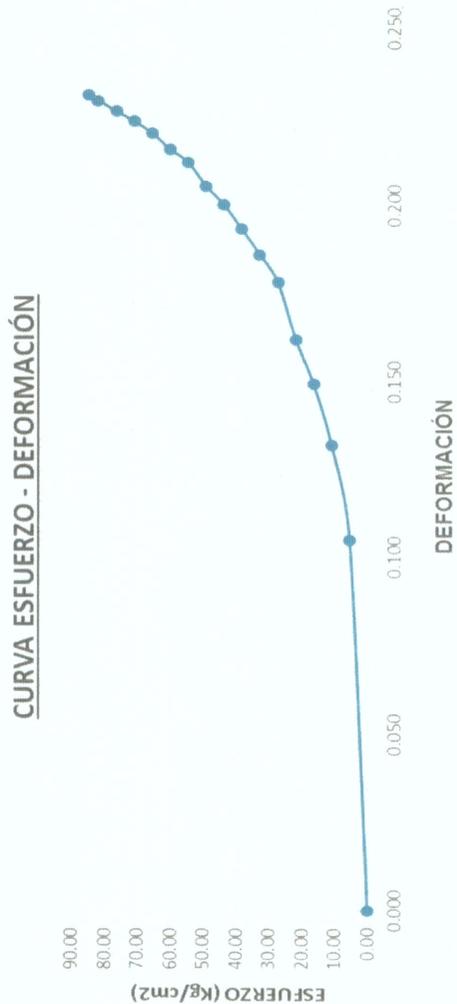
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (especimen):	CR150703	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.22
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.53
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm²):	181.94
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0.00	0.00	0.00	0.000
2	1000.00	3.20	5.46	0.105
3	2000.00	4.02	10.92	0.132
4	3000.00	4.55	16.38	0.149
5	4000.00	4.94	21.84	0.162
6	5000.00	5.43	27.30	0.178
7	6000.00	5.67	32.76	0.186
8	7000.00	5.89	38.22	0.193
9	8000.00	6.10	43.68	0.200
10	9000.00	6.26	49.14	0.205
11	10000.00	6.47	54.60	0.212
12	11000.00	6.58	60.07	0.216
13	12000.00	6.72	65.53	0.220
14	13000.00	6.82	70.99	0.224
15	14000.00	6.91	76.45	0.227
16	15000.00	7.00	81.91	0.230
17	15506.00	7.05	84.67	0.231



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZEO MINCHÁN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

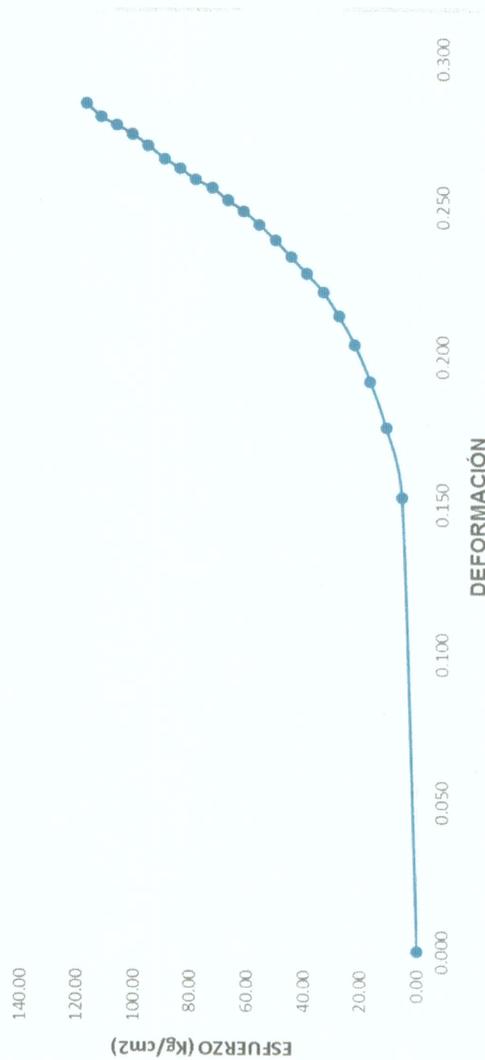
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR151401	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.48
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm²):	178.60
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	4.65	5.60	0.153
3	2000	5.36	11.20	0.176
4	3000	5.84	16.80	0.192
5	4000	6.22	22.40	0.204
6	5000	6.51	27.99	0.214
7	6000	6.76	33.59	0.222
8	7000	6.94	39.19	0.228
9	8000	7.11	44.79	0.233
10	9000	7.28	50.39	0.239
11	10000	7.44	55.99	0.244
12	11000	7.58	61.59	0.249
13	12000	7.69	67.19	0.252
14	13000	7.82	72.79	0.257
15	14000	7.90	78.39	0.259
16	15000	8.02	83.98	0.263
17	16000	8.12	89.58	0.266
18	17000	8.25	95.18	0.271
19	18000	8.37	100.78	0.275
20	19000	8.46	106.38	0.278
21	20000	8.55	111.98	0.281
22	20857	8.68	116.78	0.285

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SÁNCHEZ TERRONES COORDINADOR LABORATORIO DE CONCRETO	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

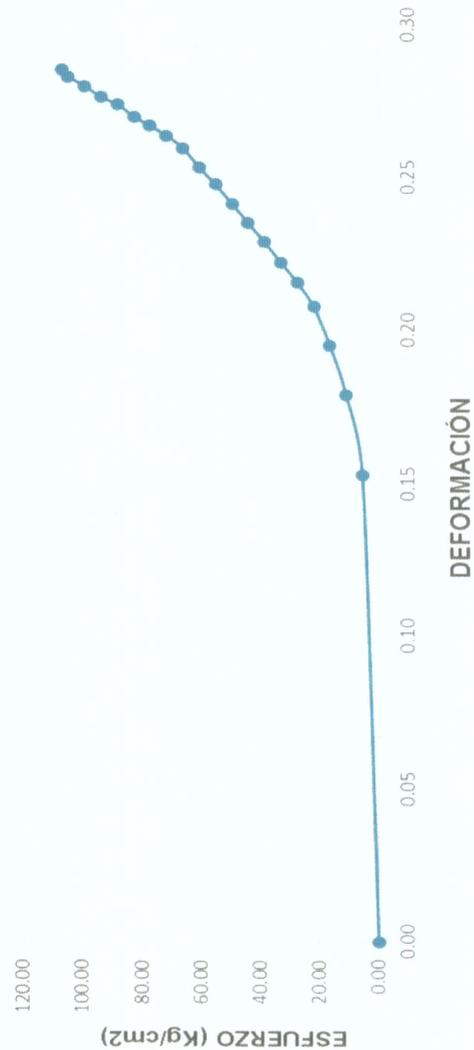
PROTOCOLO

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
	NORMA	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
	PROYECTO	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

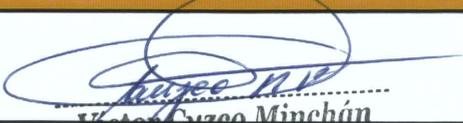
ID. MORTERO (espécimen):	CR151402	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.48
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	178.60
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.00
2	1000	4.60	5.50	0.153
3	2000	5.39	11.01	0.179
4	3000	5.88	16.51	0.195
5	4000	6.26	22.01	0.208
6	5000	6.50	27.52	0.216
7	6000	6.70	33.02	0.222
8	7000	6.90	38.53	0.229
9	8000	7.09	44.03	0.235
10	9000	7.28	49.53	0.241
11	10000	7.47	55.04	0.248
12	11000	7.64	60.54	0.253
13	12000	7.83	66.04	0.260
14	13000	7.95	71.55	0.264
15	14000	8.05	77.05	0.267
16	15000	8.14	82.55	0.270
17	16000	8.26	88.06	0.274
18	17000	8.33	93.56	0.276
19	18000	8.44	99.07	0.280
20	19000	8.53	104.57	0.283
21	19369	8.60	106.60	0.285

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	 VICTOR CUZCO MINCHÁN COORDINADOR DE LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17

**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

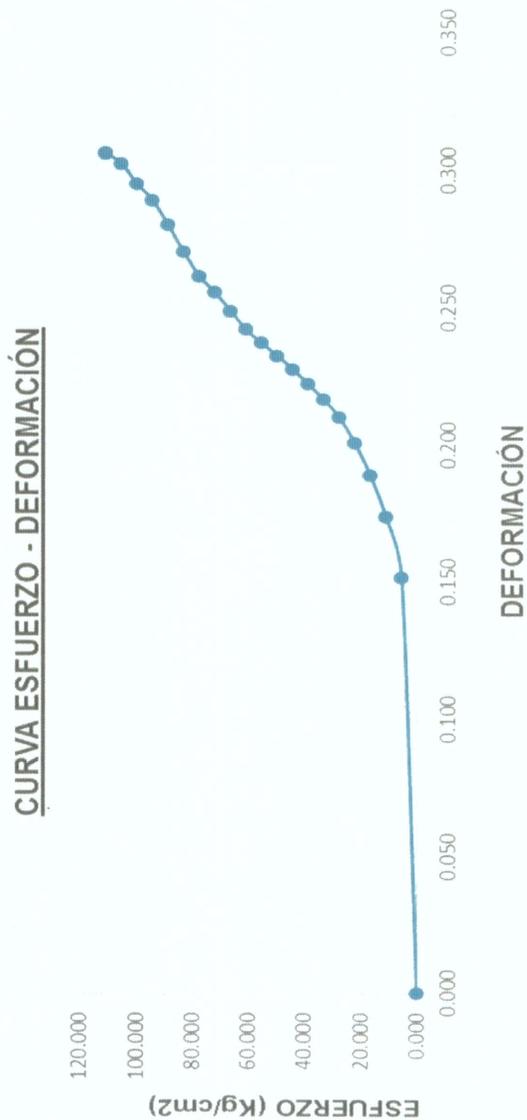
**PROTOCOLO**



<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR151403	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.48
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	178.60
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>-4</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.000	0.000
2	1000	4.63	5.55	0.152
3	2000	5.30	11.09	0.173
4	3000	5.76	16.64	0.189
5	4000	6.12	22.19	0.200
6	5000	6.41	27.74	0.210
7	6000	6.61	33.28	0.216
8	7000	6.78	38.83	0.222
9	8000	6.95	44.38	0.227
10	9000	7.10	49.93	0.232
11	10000	7.24	55.47	0.237
12	11000	7.39	61.02	0.242
13	12000	7.60	66.57	0.249
14	13000	7.80	72.12	0.255
15	14000	7.98	77.66	0.261
16	15000	8.25	83.21	0.270
17	16000	8.55	88.76	0.280
18	17000	8.83	94.30	0.289
19	18000	9.01	99.85	0.295
20	19000	9.24	105.40	0.302
21	20000	9.35	110.95	0.306
22	20051	9.36	111.23	0.306



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SÁNCHEZ TERRONES	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

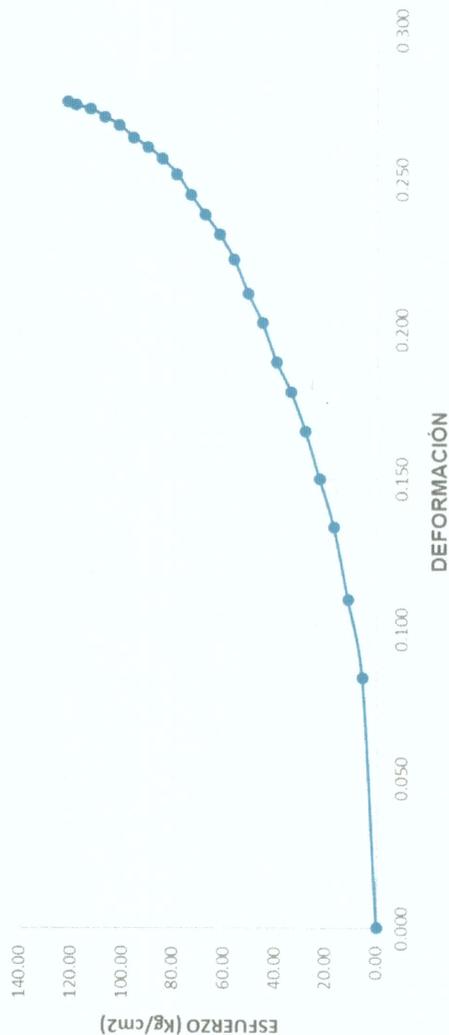
PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (especimen):	CR152801	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.05
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.53
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	177.89
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>-4</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0.00	0.00	0.00	0.000
2	1000.00	2.55	5.62	0.084
3	2000.00	3.35	11.24	0.110
4	3000.00	4.09	16.86	0.134
5	4000.00	4.58	22.49	0.150
6	5000.00	5.07	28.11	0.166
7	6000.00	5.47	33.73	0.179
8	7000.00	5.77	39.35	0.189
9	8000.00	6.17	44.97	0.202
10	9000.00	6.47	50.59	0.212
11	10000.00	6.82	56.21	0.223
12	11000.00	7.07	61.83	0.232
13	12000.00	7.27	67.46	0.238
14	13000.00	7.47	73.08	0.245
15	14000.00	7.69	78.70	0.252
16	15000.00	7.84	84.32	0.257
17	16000.00	7.96	89.94	0.261
18	17000.00	8.06	95.56	0.264
19	18000.00	8.18	101.18	0.268
20	19000.00	8.27	106.80	0.271
21	20000.00	8.35	112.43	0.274
22	21000.00	8.39	118.05	0.275
23	21592.00	8.43	121.38	0.276

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SÁNCHEZ TERRONES COORDINADOR DEL LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



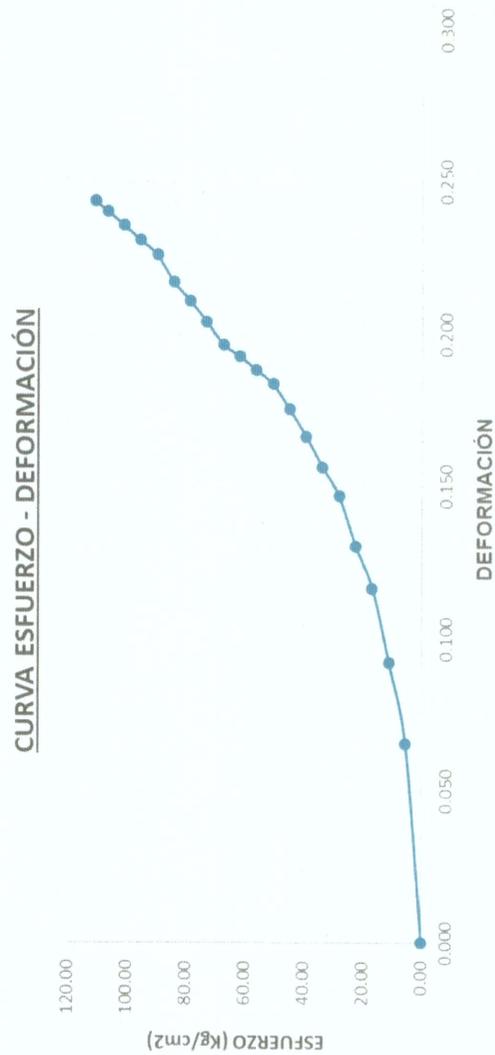
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR152802	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.03
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	176
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0.00	0.00	0.00	0.000
2	1000.00	2.00	5.62	0.066
3	2000.00	2.82	11.24	0.092
4	3000.00	3.56	16.86	0.117
5	4000.00	3.98	22.49	0.130
6	5000.00	4.48	28.11	0.147
7	6000.00	4.77	33.73	0.156
8	7000.00	5.08	39.35	0.166
9	8000.00	5.35	44.97	0.175
10	9000.00	5.60	50.59	0.183
11	10000.00	5.74	56.21	0.188
12	11000.00	5.88	61.83	0.193
13	12000.00	6.00	67.46	0.197
14	13000.00	6.23	73.08	0.204
15	14000.00	6.44	78.70	0.211
16	15000.00	6.63	84.32	0.217
17	16000.00	6.90	89.94	0.226
18	17000.00	7.05	95.56	0.231
19	18000.00	7.20	101.18	0.236
20	19000.00	7.34	106.80	0.240
21	19720.00	7.44	110.85	0.244



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SANCHEZ TERRONES	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

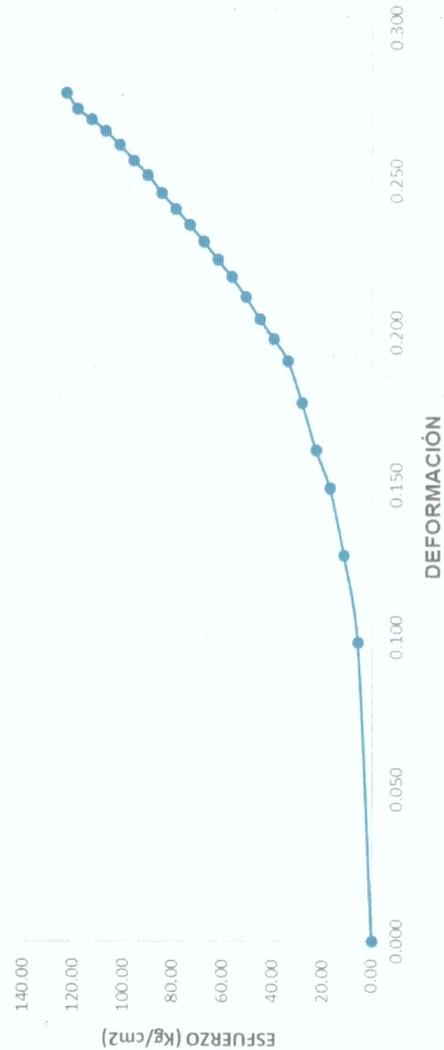
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (especimen):	CR152803	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.2
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.12
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	181.46
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformació (x10 <sup>-4</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0.00	0.00	0.00	0.000
2	1000.00	3.00	5.62	0.098
3	2000.00	3.88	11.24	0.127
4	3000.00	4.54	16.86	0.149
5	4000.00	4.92	22.49	0.161
6	5000.00	5.40	28.11	0.177
7	6000.00	5.82	33.73	0.191
8	7000.00	6.04	39.35	0.198
9	8000.00	6.24	44.97	0.204
10	9000.00	6.46	50.59	0.212
11	10000.00	6.66	56.21	0.218
12	11000.00	6.83	61.83	0.224
13	12000.00	7.01	67.46	0.230
14	13000.00	7.18	73.08	0.235
15	14000.00	7.34	78.70	0.240
16	15000.00	7.50	84.32	0.246
17	16000.00	7.68	89.94	0.252
18	17000.00	7.83	95.56	0.256
19	18000.00	7.98	101.18	0.261
20	19000.00	8.12	106.80	0.266
21	20000.00	8.24	112.43	0.270
22	21000.00	8.34	118.05	0.273
23	21782.00	8.50	122.44	0.278

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR GUZZO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



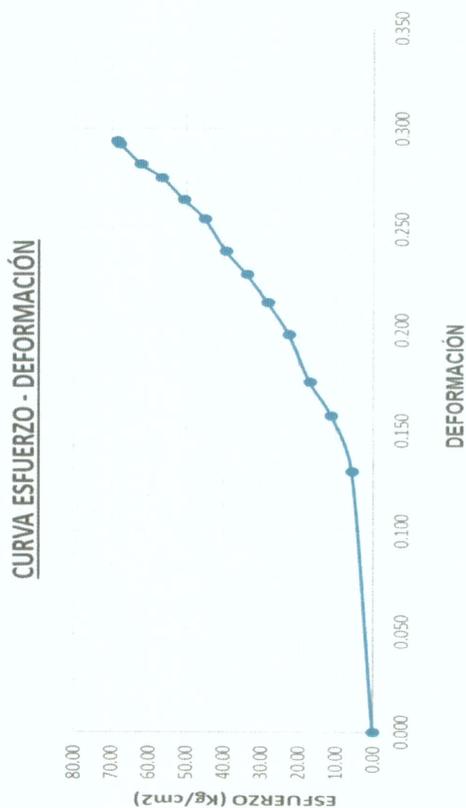
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR250701	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.02
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.17
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	177.19
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.90	5.64	0.129
3	2000	4.74	11.29	0.157
4	3000	5.24	16.93	0.174
5	4000	5.95	22.58	0.197
6	5000	6.43	28.22	0.213
7	6000	6.85	33.86	0.227
8	7000	7.21	39.51	0.239
9	8000	7.69	45.15	0.255
10	9000	7.98	50.79	0.265
11	10000	8.30	56.44	0.275
12	11000	8.50	62.08	0.282
13	12000	8.81	67.73	0.292
14	12138	8.85	68.50	0.293



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SANCHEZ TERRONES COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



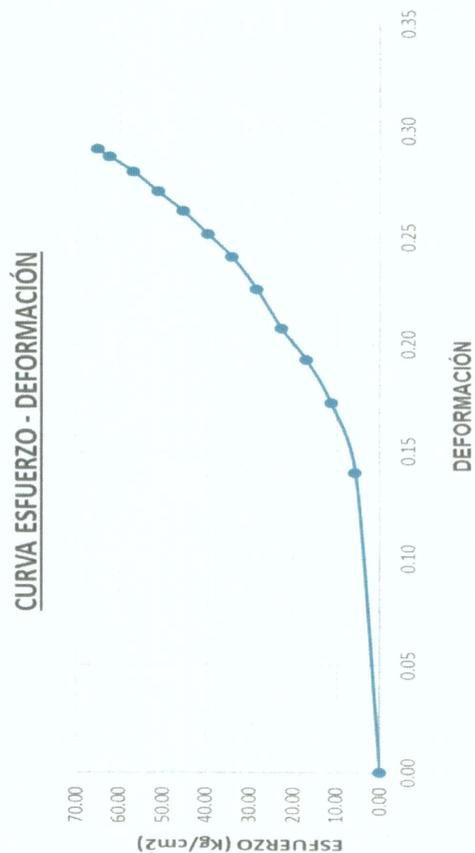
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR250701	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.97
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.12
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	176.01
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> μ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.00
2	1000	4.22	5.68	0.140
3	2000	5.20	11.36	0.173
4	3000	5.81	17.04	0.193
5	4000	6.25	22.73	0.208
6	5000	6.80	28.41	0.226
7	6000	7.25	34.09	0.241
8	7000	7.58	39.77	0.252
9	8000	7.90	45.45	0.262
10	9000	8.17	51.13	0.271
11	10000	8.45	56.82	0.281
12	11000	8.67	62.50	0.288
13	11453	8.77	65.07	0.291



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Signature]</i> SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	<i>[Signature]</i> VICTOR CUZCO MINCHAN	<i>[Signature]</i> Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



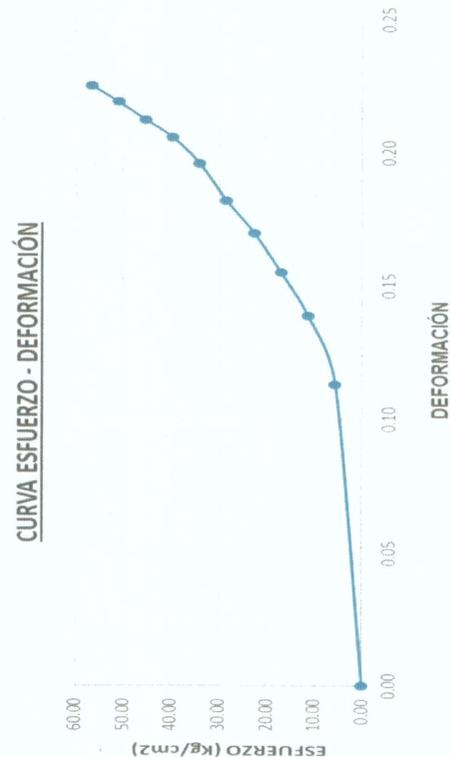
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR250701	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.14
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	176.24
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>-4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.00
2	1000	3.41	5.67	0.113
3	2000	4.18	11.35	0.139
4	3000	4.67	17.02	0.155
5	4000	5.12	22.70	0.170
6	5000	5.48	28.37	0.182
7	6000	5.90	34.04	0.196
8	7000	6.20	39.72	0.206
9	8000	6.40	45.39	0.212
10	9000	6.60	51.07	0.219
11	9973	6.78	56.59	0.225



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINGHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



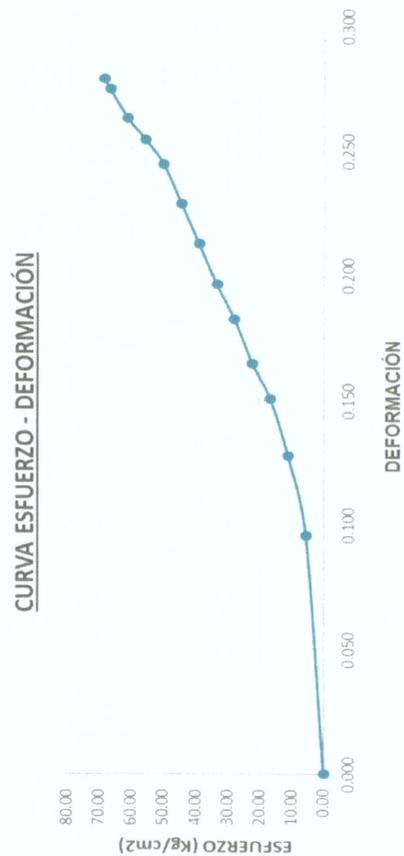
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR251401	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.15
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.53
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	180.27
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	2.92	5.55	0.096
3	2000	3.90	11.09	0.128
4	3000	4.60	16.64	0.151
5	4000	5.03	22.19	0.165
6	5000	5.57	27.74	0.182
7	6000	6.00	33.28	0.197
8	7000	6.50	38.83	0.213
9	8000	7.00	44.38	0.229
10	9000	7.48	49.93	0.245
11	10000	7.78	55.47	0.255
12	11000	8.04	61.02	0.263
13	12000	8.40	66.57	0.275
14	12328	8.52	68.39	0.279



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SANCHEZ TERRONES COORDINADOR LABORATORIO DE CONCRETO	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17 INGENIERÍA CIVIL	FECHA: 29/12/17



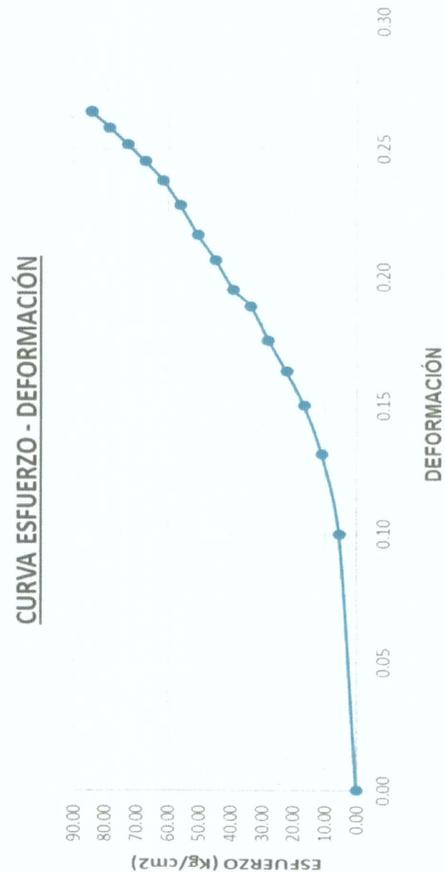
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR251402	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.05
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.48
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	177.89
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.00
2	1000	3.04	5.62	0.100
3	2000	4.00	11.24	0.131
4	3000	4.58	16.86	0.150
5	4000	4.98	22.49	0.163
6	5000	5.35	28.11	0.176
7	6000	5.75	33.73	0.189
8	7000	5.95	39.35	0.195
9	8000	6.30	44.97	0.207
10	9000	6.60	50.59	0.217
11	10000	6.95	56.21	0.228
12	11000	7.25	61.83	0.238
13	12000	7.47	67.46	0.245
14	13000	7.67	73.08	0.252
15	14000	7.87	78.70	0.258
16	15000	8.05	84.32	0.264
17	15031	8.07	84.49	0.265



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SANCHEZ TERRONES	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



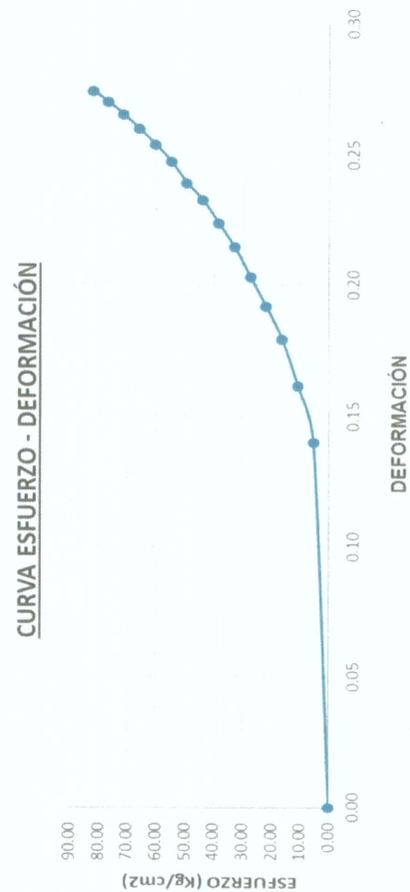
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR251403	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.21
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.55
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	181.70
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>μ</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.00
2	1000	4.27	5.50	0.140
3	2000	4.93	11.01	0.161
4	3000	5.47	16.51	0.179
5	4000	5.85	22.01	0.191
6	5000	6.20	27.52	0.203
7	6000	6.55	33.02	0.214
8	7000	6.83	38.53	0.224
9	8000	7.10	44.03	0.232
10	9000	7.30	49.53	0.239
11	10000	7.55	55.04	0.247
12	11000	7.75	60.54	0.254
13	12000	7.93	66.04	0.260
14	13000	8.10	71.55	0.265
15	14000	8.25	77.05	0.270
16	14919	8.37	82.11	0.274



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR GUZMAN MINCHANIN	Ing. VÍCTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



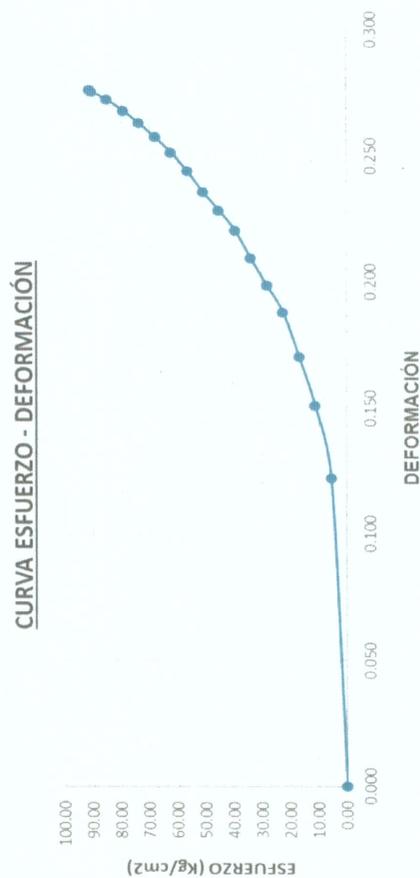
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR252801	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.96
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.12
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	175.77
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.68	5.69	0.122
3	2000	4.54	11.38	0.151
4	3000	5.13	17.07	0.170
5	4000	5.66	22.76	0.188
6	5000	5.98	28.45	0.199
7	6000	6.30	34.13	0.209
8	7000	6.64	39.82	0.220
9	8000	6.88	45.51	0.228
10	9000	7.10	51.20	0.236
11	10000	7.35	56.89	0.244
12	11000	7.57	62.58	0.251
13	12000	7.75	68.27	0.257
14	13000	7.92	73.96	0.263
15	14000	8.07	79.65	0.268
16	15000	8.20	85.34	0.272
17	16000	8.30	91.03	0.276
18	16103	8.32	91.61	0.276



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR SANCHEZ TERRONES COORDINADOR LABORATORIO	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18 INGENIERÍA CIVIL	FECHA: 12/01/08



**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

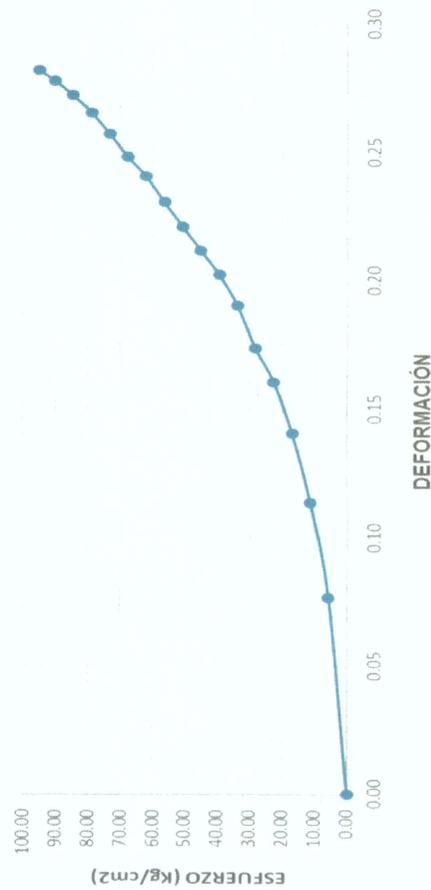
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	CR252802	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.04
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	29.95
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	177.66
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	εu
1	0	0.00	0.00	0.00
2	1000	2.30	5.63	0.077
3	2000	3.40	11.26	0.114
4	3000	4.20	16.89	0.140
5	4000	4.80	22.52	0.160
6	5000	5.20	28.14	0.174
7	6000	5.70	33.77	0.190
8	7000	6.06	39.40	0.202
9	8000	6.34	45.03	0.212
10	9000	6.62	50.66	0.221
11	10000	6.90	56.29	0.230
12	11000	7.20	61.92	0.240
13	12000	7.43	67.55	0.248
14	13000	7.70	73.17	0.257
15	14000	7.95	78.80	0.265
16	15000	8.15	84.43	0.272
17	16000	8.32	90.06	0.278
18	16884	8.44	95.04	0.282

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

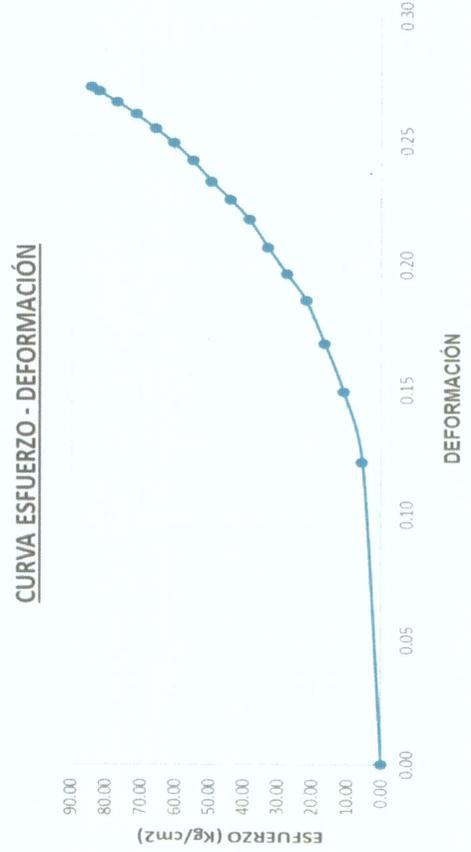
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUERVO MINGUÁN COORDINADOR LABORATORIO DE	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: INGENIERÍA CIVIL 12/01/18	FECHA: 12/01/18



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051		
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017		

ID. MORTERO (espécimen):	CR252803	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.24
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.41
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm²):	182.41
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0	0.00	0.00	0.00
2	1000	3.68	5.48	0.121
3	2000	4.54	10.96	0.149
4	3000	5.13	16.45	0.169
5	4000	5.66	21.93	0.186
6	5000	5.98	27.41	0.197
7	6000	6.30	32.89	0.207
8	7000	6.64	38.37	0.218
9	8000	6.88	43.86	0.226
10	9000	7.10	49.34	0.233
11	10000	7.35	54.82	0.242
12	11000	7.57	60.30	0.249
13	12000	7.75	65.78	0.255
14	13000	7.92	71.27	0.260
15	14000	8.07	76.75	0.265
16	15000	8.20	82.23	0.270
17	15398	8.25	84.41	0.271



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Signature]</i> SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	<i>[Signature]</i> VICTOR CUZCO MINGHAN	<i>[Signature]</i> Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



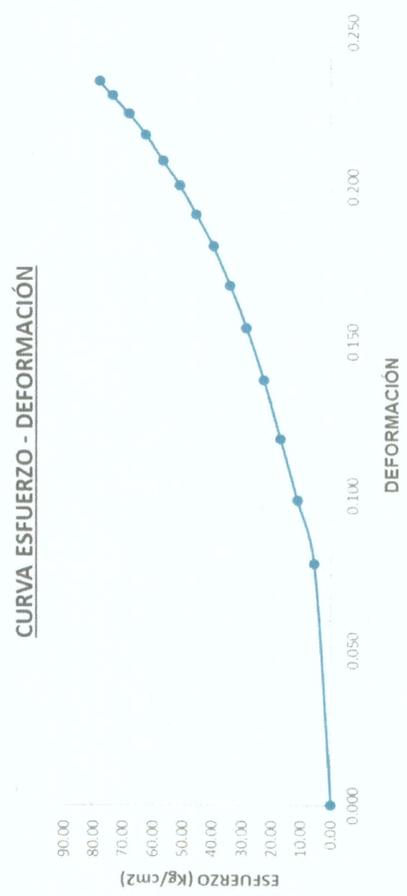
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC150701	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.14
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	176.24
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	2.35	5.67	0.078
3	2000	2.97	11.35	0.099
4	3000	3.57	17.02	0.118
5	4000	4.15	22.70	0.138
6	5000	4.65	28.37	0.154
7	6000	5.07	34.04	0.168
8	7000	5.45	39.72	0.181
9	8000	5.76	45.39	0.191
10	9000	6.05	51.07	0.201
11	10000	6.29	56.74	0.209
12	11000	6.54	62.41	0.217
13	12000	6.74	68.09	0.224
14	13000	6.92	73.76	0.230
15	13761	7.06	78.08	0.234



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



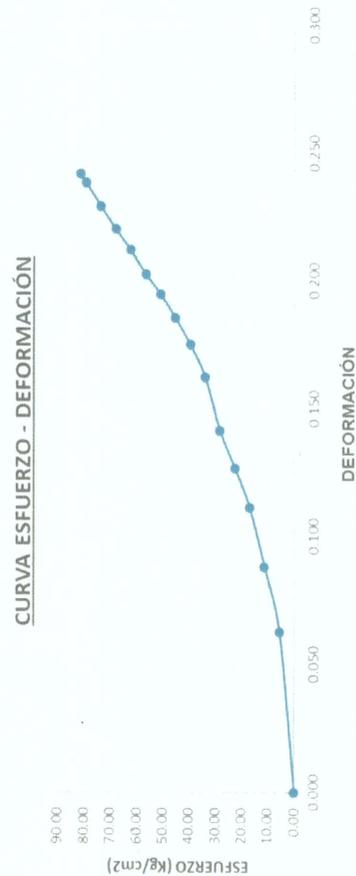
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC150702	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.22
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.68
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	181.94
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	1.89	5.67	0.063
3	2000	2.65	11.35	0.088
4	3000	3.35	17.02	0.111
5	4000	3.82	22.70	0.127
6	5000	4.26	28.37	0.141
7	6000	4.89	34.04	0.162
8	7000	5.27	39.72	0.175
9	8000	5.58	45.39	0.185
10	9000	5.86	51.07	0.194
11	10000	6.10	56.74	0.202
12	11000	6.38	62.41	0.212
13	12000	6.63	68.09	0.220
14	13000	6.90	73.76	0.229
15	14000	7.18	79.44	0.238
16	14413	7.28	81.78	0.242



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MASHCON COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



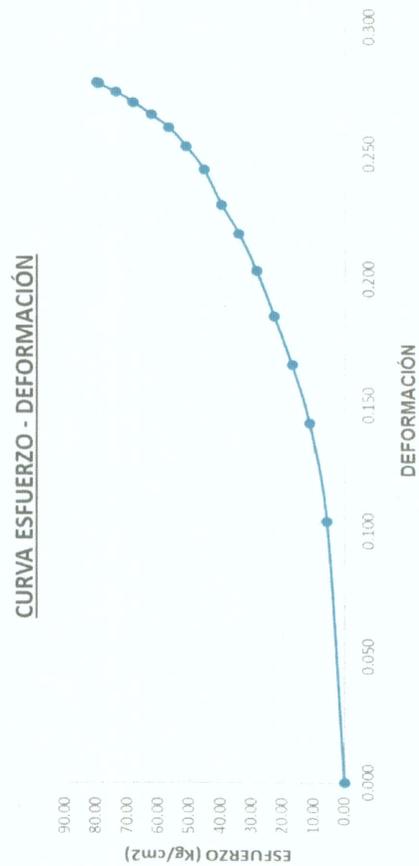
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC150703	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.18
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.54
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	180.98
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.12	5.67	0.104
3	2000	4.30	11.35	0.143
4	3000	5.00	17.02	0.166
5	4000	5.58	22.70	0.185
6	5000	6.12	28.37	0.203
7	6000	6.57	34.04	0.218
8	7000	6.92	39.72	0.230
9	8000	7.34	45.39	0.244
10	9000	7.62	51.07	0.253
11	10000	7.85	56.74	0.260
12	11000	8.00	62.41	0.265
13	12000	8.15	68.09	0.270
14	13000	8.27	73.76	0.274
15	14000	8.37	79.44	0.278
16	14082	8.38	79.90	0.278



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR GUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



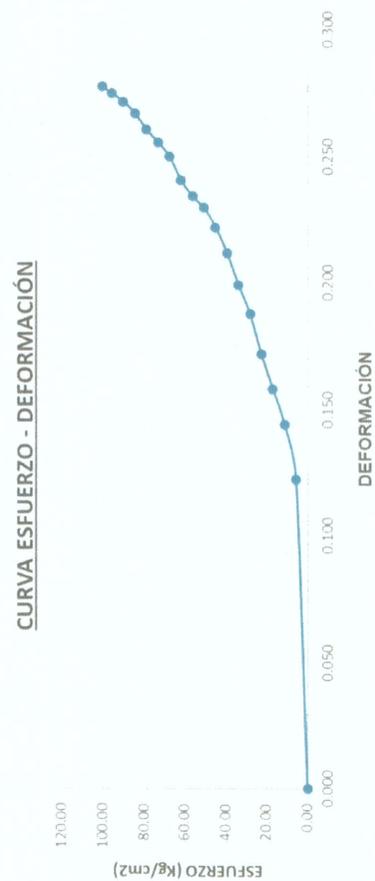
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC151401	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.05
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.15
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm²):	177.89
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.68	5.62	0.122
3	2000	4.34	11.24	0.144
4	3000	4.76	16.86	0.158
5	4000	5.17	22.49	0.171
6	5000	5.65	28.11	0.187
7	6000	6.00	33.73	0.199
8	7000	6.38	39.35	0.212
9	8000	6.69	44.97	0.222
10	9000	6.92	50.59	0.230
11	10000	7.06	56.21	0.234
12	11000	7.25	61.83	0.240
13	12000	7.53	67.46	0.250
14	13000	7.70	73.08	0.255
15	14000	7.85	78.70	0.260
16	15000	8.04	84.32	0.267
17	16000	8.18	89.94	0.271
18	17000	8.28	95.56	0.275
19	17817	8.36	100.15	0.277



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



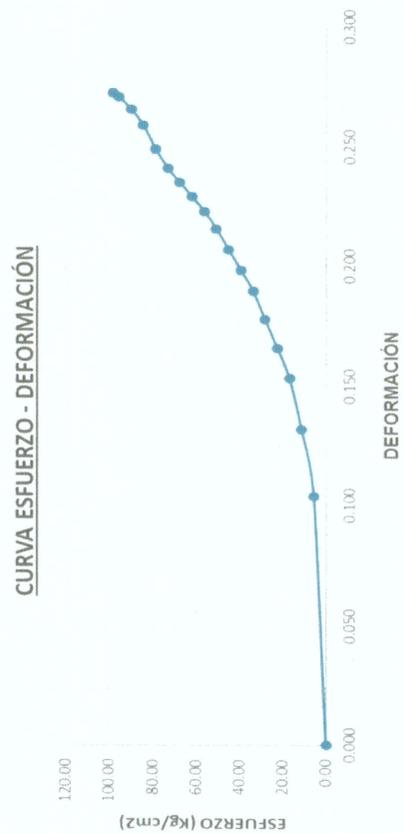
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC151402	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.03
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	176.24
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	εu
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.13	5.62	0.104
3	2000	3.97	11.24	0.132
4	3000	4.62	16.86	0.153
5	4000	5.00	22.49	0.166
6	5000	5.36	28.11	0.178
7	6000	5.72	33.73	0.190
8	7000	5.98	39.35	0.198
9	8000	6.24	44.97	0.207
10	9000	6.50	50.59	0.216
11	10000	6.72	56.21	0.223
12	11000	6.90	61.83	0.229
13	12000	7.08	67.46	0.235
14	13000	7.26	73.08	0.241
15	14000	7.50	78.70	0.249
16	15000	7.80	84.32	0.259
17	16000	8.00	89.94	0.265
18	17000	8.16	95.56	0.271
19	17430	8.21	97.98	0.272



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VÍCTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



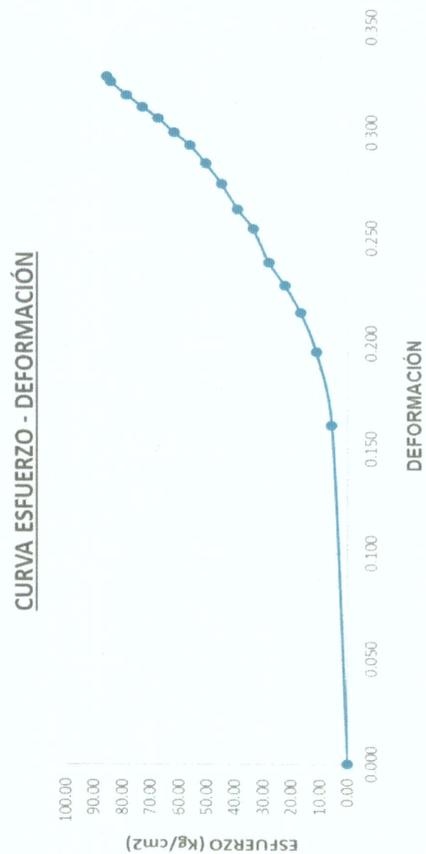
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC151403	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.18
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.50
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	180.98
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> μ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	4.85	5.62	0.161
3	2000	5.90	11.24	0.196
4	3000	6.46	16.86	0.214
5	4000	6.85	22.49	0.227
6	5000	7.18	28.11	0.238
7	6000	7.66	33.73	0.254
8	7000	7.95	39.35	0.264
9	8000	8.31	44.97	0.276
10	9000	8.60	50.59	0.285
11	10000	8.86	56.21	0.294
12	11000	9.04	61.83	0.300
13	12000	9.25	67.46	0.307
14	13000	9.41	73.08	0.312
15	14000	9.58	78.70	0.318
16	15000	9.77	84.32	0.324
17	15271	9.85	85.84	0.327



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



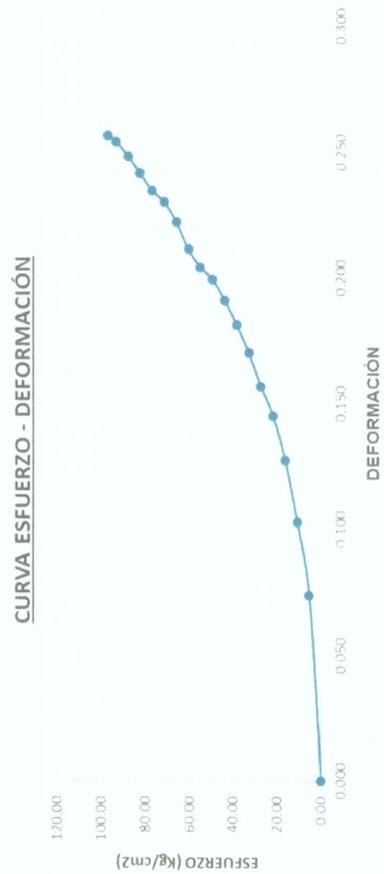
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC152801	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.21
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.61
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	181.70
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	2.26	5.50	0.074
3	2000	3.15	11.01	0.103
4	3000	3.90	16.51	0.127
5	4000	4.44	22.01	0.145
6	5000	4.80	27.52	0.157
7	6000	5.21	33.02	0.170
8	7000	5.55	38.53	0.181
9	8000	5.85	44.03	0.191
10	9000	6.10	49.53	0.199
11	10000	6.25	55.04	0.204
12	11000	6.47	60.54	0.211
13	12000	6.80	66.04	0.222
14	13000	7.04	71.55	0.230
15	14000	7.18	77.05	0.235
16	15000	7.39	82.55	0.241
17	16000	7.60	88.06	0.248
18	17000	7.78	93.56	0.254
19	17674	7.85	97.27	0.256



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR GUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



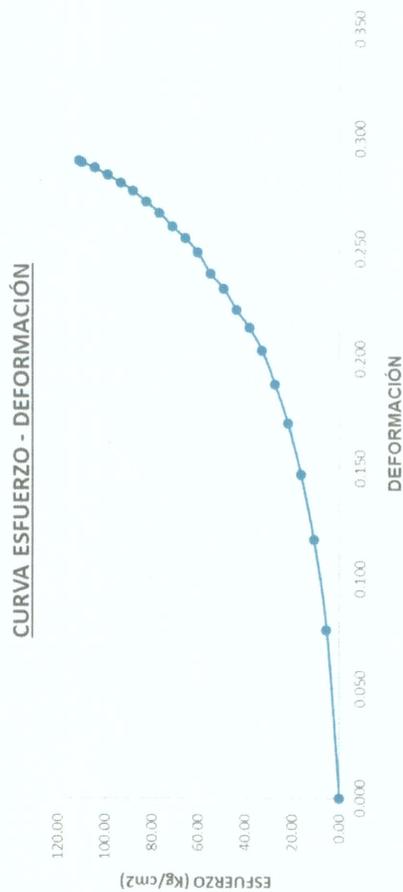
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC152802	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.25
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.44
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	182.65
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>μ</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	2.35	5.50	0.077
3	2000	3.60	11.01	0.118
4	3000	4.50	16.51	0.147
5	4000	5.21	22.01	0.170
6	5000	5.76	27.52	0.188
7	6000	6.23	33.02	0.204
8	7000	6.55	38.53	0.214
9	8000	6.80	44.03	0.222
10	9000	7.10	49.53	0.232
11	10000	7.30	55.04	0.238
12	11000	7.60	60.54	0.248
13	12000	7.80	66.04	0.255
14	13000	7.96	71.55	0.260
15	14000	8.15	77.05	0.266
16	15000	8.30	82.55	0.271
17	16000	8.45	88.06	0.276
18	17000	8.57	93.56	0.280
19	18000	8.67	99.07	0.283
20	19000	8.77	104.57	0.287
21	20000	8.85	110.07	0.289
22	20217	8.87	111.27	0.290



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUIZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



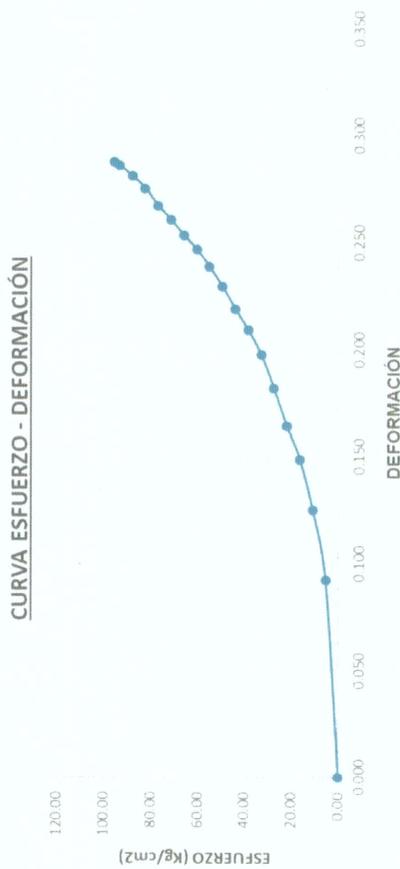
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC152803	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.97
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.07
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	176.01
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>-4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	2.82	5.50	0.092
3	2000	3.82	11.01	0.125
4	3000	4.54	16.51	0.148
5	4000	5.02	22.01	0.164
6	5000	5.56	27.52	0.182
7	6000	6.05	33.02	0.198
8	7000	6.40	38.53	0.209
9	8000	6.70	44.03	0.219
10	9000	7.02	49.53	0.229
11	10000	7.30	55.04	0.238
12	11000	7.55	60.54	0.247
13	12000	7.75	66.04	0.253
14	13000	7.97	71.55	0.260
15	14000	8.17	77.05	0.267
16	15000	8.42	82.55	0.275
17	16000	8.60	88.06	0.281
18	17000	8.75	93.56	0.286
19	17380	8.80	95.65	0.287



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



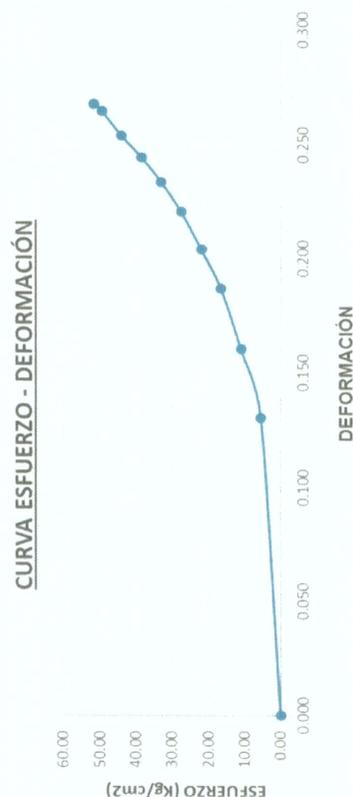
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC250701	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.24
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.61
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	182.41
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>-4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	4.00	5.48	0.131
3	2000	4.91	10.96	0.160
4	3000	5.72	16.45	0.187
5	4000	6.25	21.93	0.204
6	5000	6.75	27.41	0.221
7	6000	7.15	32.89	0.234
8	7000	7.48	38.37	0.244
9	8000	7.77	43.86	0.254
10	9000	8.10	49.34	0.265
11	9417	8.20	51.62	0.268



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



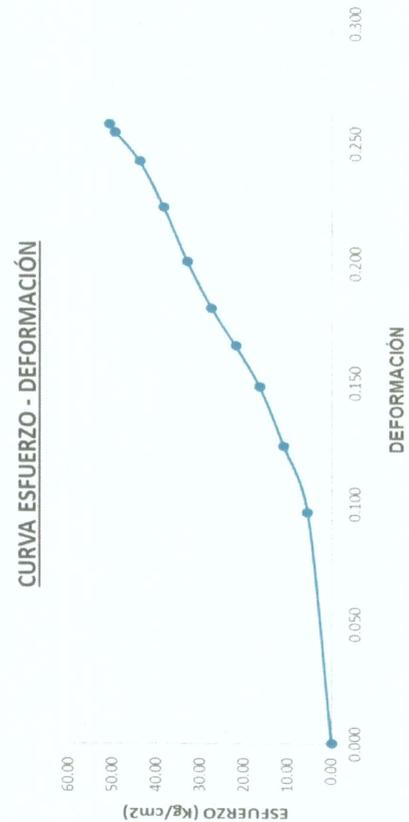
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC250701	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.18
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.68
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	180.98
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>μ</sup> )	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	2.95	5.48	0.096
3	2000	3.80	10.96	0.124
4	3000	4.55	16.45	0.149
5	4000	5.07	21.93	0.166
6	5000	5.56	27.41	0.182
7	6000	6.15	32.89	0.201
8	7000	6.85	38.37	0.224
9	8000	7.43	43.86	0.243
10	9000	7.80	49.34	0.255
11	9262	7.90	50.77	0.258



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR QUIZZO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



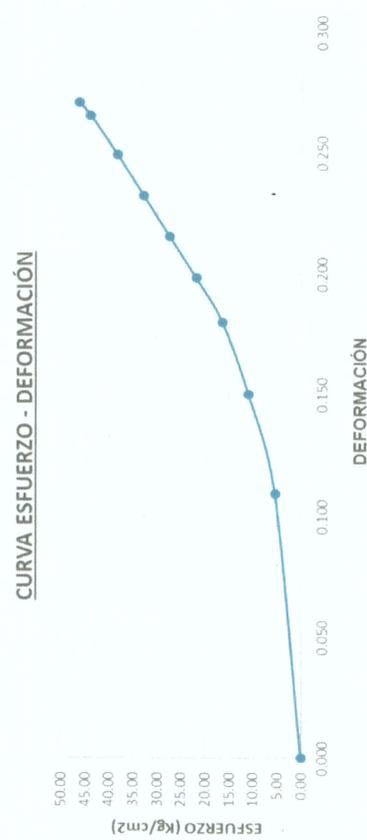
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC250701	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.18
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-01-2018	LARGO CARA PROM. (cm):	30.66
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	180.98
EDAD DEL MORTERO:	07 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.35	5.48	0.109
3	2000	4.60	10.96	0.150
4	3000	5.52	16.45	0.180
5	4000	6.08	21.93	0.199
6	5000	6.60	27.41	0.216
7	6000	7.12	32.89	0.233
8	7000	7.63	38.37	0.249
9	8000	8.12	43.86	0.265
10	8438	8.29	46.26	0.271



**OBSERVACIONES:**

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



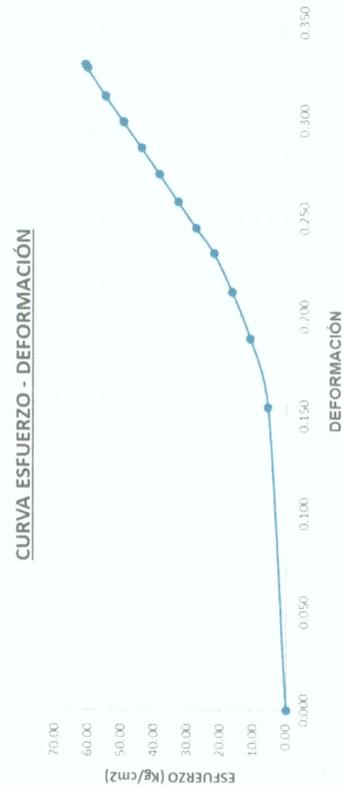
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC251401	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.22
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.17
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	181.94
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm2)	εu
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	4.65	5.50	0.154
3	2000	5.70	10.99	0.189
4	3000	6.41	16.49	0.212
5	4000	7.00	21.99	0.232
6	5000	7.39	27.48	0.245
7	6000	7.80	32.98	0.259
8	7000	8.21	38.48	0.272
9	8000	8.62	43.97	0.286
10	9000	9.02	49.47	0.299
11	10000	9.42	54.96	0.312
12	11000	9.85	60.46	0.326
13	11117	9.90	61.10	0.328



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



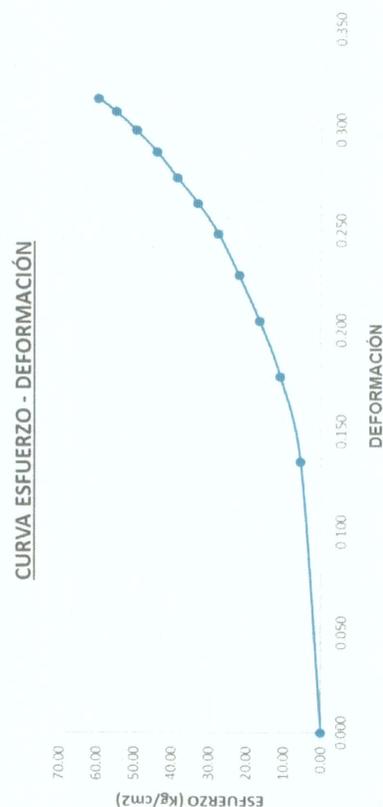
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC251402	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.12
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.33
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	179.55
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	4.06	5.50	0.135
3	2000	5.34	10.99	0.177
4	3000	6.17	16.49	0.205
5	4000	6.85	21.99	0.227
6	5000	7.48	27.48	0.248
7	6000	7.94	32.98	0.263
8	7000	8.32	38.48	0.276
9	8000	8.71	43.97	0.289
10	9000	9.03	49.47	0.299
11	10000	9.31	54.96	0.309
12	10847	9.51	59.62	0.315



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUIZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



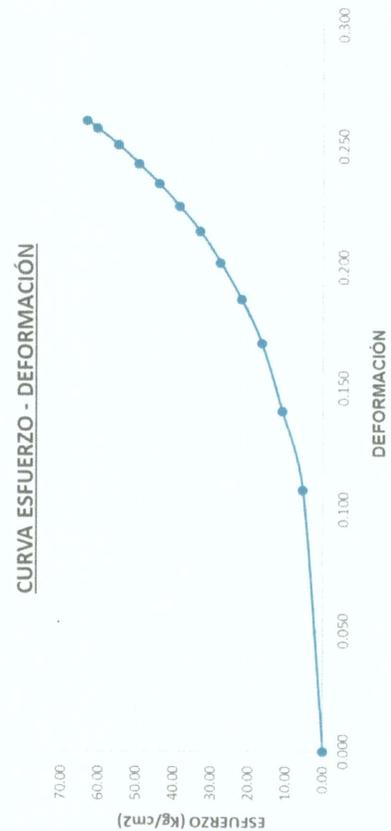
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC251403	ANCHO CARA PROM. (cm):	15.05
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.25
FECHA DE ENSAYO:	29-12-2017	ÁREA CARA PROM. (cm²):	177.89
EDAD DEL MORTERO:	14 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10µ)	σ (Kg/cm²)	εu
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.25	5.50	0.108
3	2000	4.23	10.99	0.140
4	3000	5.08	16.49	0.168
5	4000	5.63	21.99	0.187
6	5000	6.08	27.48	0.202
7	6000	6.47	32.98	0.214
8	7000	6.78	38.48	0.225
9	8000	7.06	43.97	0.234
10	9000	7.31	49.47	0.242
11	10000	7.55	54.96	0.250
12	11000	7.75	60.46	0.257
13	11514	7.85	63.29	0.260



**OBSERVACIONES:**

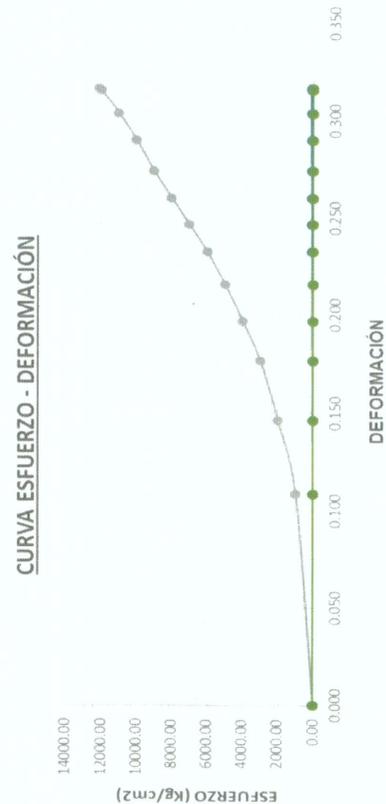
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17	FECHA: 29/12/17



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051		CMCH-LC-UPNC: .....
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017		

ID. MORTERO (especimen):	PC252801	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.97
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.02
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	176.01
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.25	5.68	0.108
3	2000	4.38	11.36	0.146
4	3000	5.30	17.04	0.177
5	4000	5.91	22.73	0.197
6	5000	6.48	28.41	0.216
7	6000	6.98	34.09	0.233
8	7000	7.40	39.77	0.247
9	8000	7.81	45.45	0.260
10	9000	8.23	51.13	0.274
11	10000	8.70	56.82	0.290
12	11000	9.12	62.50	0.304
13	12000	9.47	68.18	0.315
14	12100	9.50	68.75	0.316



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VÍCTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



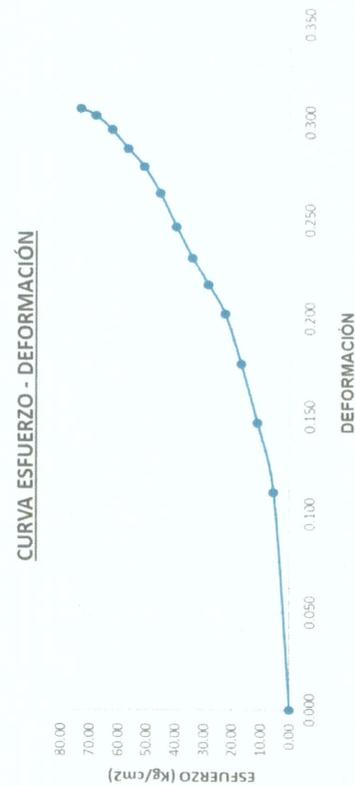
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC252802	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.11
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	175.30
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
Nº DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>4</sup> μ)	σ (Kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>u</sub>
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.33	5.68	0.111
3	2000	4.40	11.36	0.147
4	3000	5.30	17.04	0.177
5	4000	6.07	22.73	0.202
6	5000	6.51	28.41	0.217
7	6000	6.92	34.09	0.231
8	7000	7.40	39.77	0.247
9	8000	7.91	45.45	0.263
10	9000	8.32	51.13	0.277
11	10000	8.60	56.82	0.286
12	11000	8.88	62.50	0.296
13	12000	9.10	68.18	0.303
14	12947	9.21	73.56	0.307



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VICTOR GUIZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



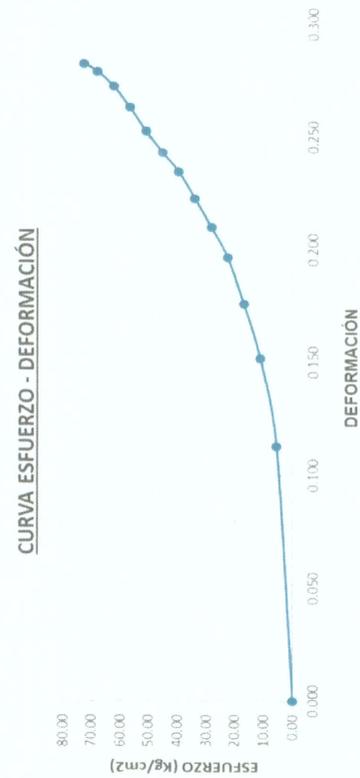
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 – ASTM C109 – NTP 334.051	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. MORTERO (espécimen):	PC252803	ANCHO CARA PROM. (cm):	14.93
FECHA DE ELABORACIÓN:	15-12-2017	LARGO CARA PROM. (cm):	30.03
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	175.07
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA
N° DE ESPECÍMENES:	3	REVISADO POR:	Ing. VICTOR SÁNCHEZ

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación (x10 <sup>-4</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0.00	0.00	0.000
2	1000	3.38	5.68	0.113
3	2000	4.55	11.36	0.152
4	3000	5.28	17.04	0.176
5	4000	5.90	22.73	0.197
6	5000	6.30	28.41	0.210
7	6000	6.68	34.09	0.223
8	7000	7.04	39.77	0.235
9	8000	7.30	45.45	0.243
10	9000	7.58	51.13	0.252
11	10000	7.90	56.82	0.263
12	11000	8.18	62.50	0.272
13	12000	8.38	68.18	0.279
14	12827	8.48	72.88	0.282



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	VÍCTOR CUZCO MINCHAN	Ing. VICTOR SÁNCHEZ TERRONES
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	CR 15 01	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



PERMEABILIDAD DE CONCRETO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	16.46	16.40	16.47
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	9.11	9.15	9.11
<b>PROMEDIO</b>					9.12

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VÍCTOR CUERVO / VÍCTOR SÁNCHEZ	NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18

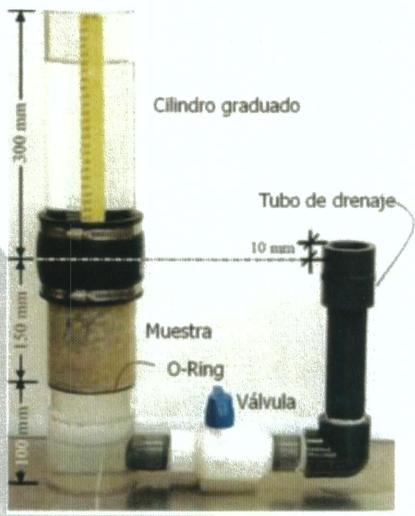


LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR ø=10 cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	CR1502	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



PERMEABILIDAD DE CONCRETO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	20.45	20.29	20.30
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	7.33	7.39	7.39
<b>PROMEDIO</b>					7.37

OBSERVACIONES:

<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
	 Víctor Cruzco Minchán COORDINADOR LABORATORIO DE LA INGENIERIA CIVIL	
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: COORDINADOR LABORATORIO DE LA INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FECHA: 12/01/18

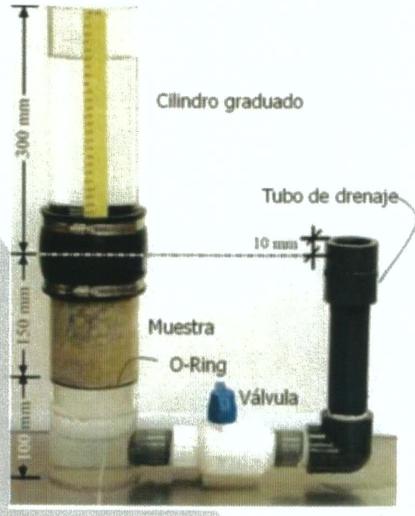


**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	CR1503	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	05-01-2018	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	7 días	RESPONSABLE:	Saúl Castro / Teófilo Guevara



**PERMEABILIDAD DE CONCRETO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	18.32	18.25	18.04
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	8.19	8.22	8.31
<b>PROMEDIO</b>					8.24

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Saúl Castro / Teófilo Guevara	NOMBRE: Víctor Sánchez / MASHCON	NOMBRE: Ing. Víctor Sánchez
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	CR 2501	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 DÍAS	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



**PERMEABILIDAD DE CONCRETO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	7.57	7.83	7.43
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	19.82	19.16	20.19
<b>PROMEDIO</b>					19.71

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 	 VICTOR GUZMÁN COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VICTOR GUZMÁN	NOMBRE: ING. VICTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18

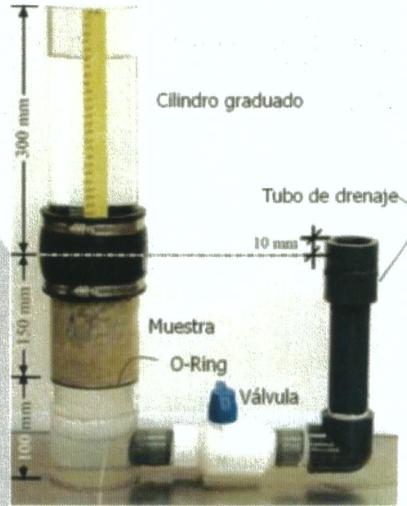


LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	CR 25 02	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 DÍAS	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



PERMEABILIDAD DE CONCRETO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	9.58	9.70	9.73
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	15.66	15.46	15.42
<b>PROMEDIO</b>					15.51

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VÍCTOR CUZCO MINCHÁN COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR ø=10 cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	CR 2503	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	05-01-2018	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	07 DÍAS	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



PERMEABILIDAD DE CONCRETO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	8.98	9.93	9.86
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	16.70	16.45	16.57
<b>PROMEDIO</b>					16.57

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: Víctor Cuzco COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	PC1501	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 días	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



**PERMEABILIDAD DE CONCRETO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	9.60	9.58	9.26
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	15.63	15.66	16.20
<b>PROMEDIO</b>					15.82

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA FECHA: 12/01/18	 NOMBRE: VÍCTOR CUZCO MINCHÁN COORDINADOR LABORATORIO INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FECHA: 12/01/18	 NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ FECHA: 12/01/18

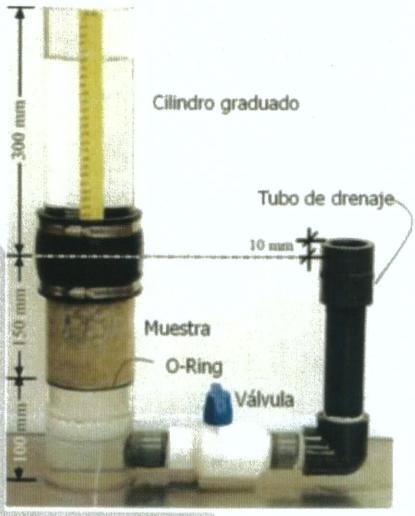


**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR ø=10 cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	PC 1502	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 DÍAS	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



**PERMEABILIDAD DE CONCRETO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	8.94	9.20	9.36
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	16.78	16.30	16.03
<b>PROMEDIO</b>					16.36

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán COORDINADOR DE LABORATORIO	NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18 INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FECHA: 12/01/18

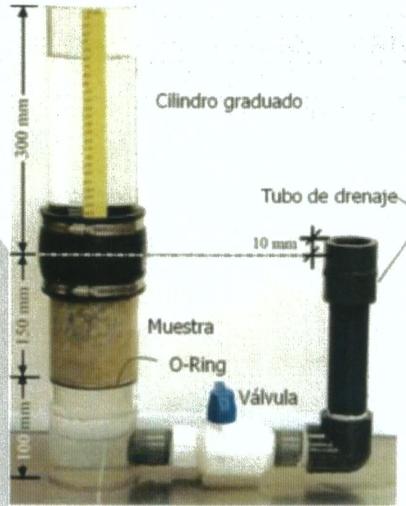


LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	PC 1503	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	05-01-2018	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	07 DÍAS	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



PERMEABILIDAD DE CONCRETO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	9.84	9.93	9.86
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	15.24	15.11	15.21
<b>PROMEDIO</b>					15.19

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: Víctor Sánchez / Coordinador Laboratorio de Ingeniería Civil	NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	PC2501	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 DÍAS	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



PERMEABILIDAD DE CONCRETO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	5.12	5.22	5.14
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	29.30	28.74	29.18
<b>PROMEDIO</b>					29.07

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VICTOR CUZCO MINCHÁN COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: ING. VICTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18

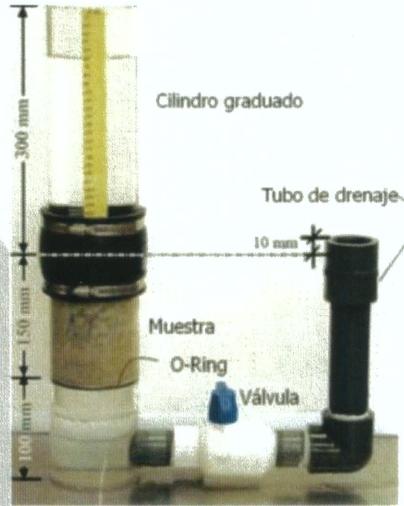
**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**



**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR $\phi=10$ cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	PC 2502	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	15-12-2017	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	28 DÍAS	RESPONSABLE:	SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA



**PERMEABILIDAD DE CONCRETO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	5.37	5.25	5.69
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	27.93	28.57	26.36
<b>PROMEDIO</b>					27.97

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SAÚL CASTRO / TEÓFILO GUEVARA	NOMBRE: VÍCTOR SÁNCHEZ COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	NOMBRE: ING. VÍCTOR SÁNCHEZ
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18



PROTOCOLO

<b>ENSAYO</b>	PERMEABILIDAD DE CONCRETO (PROBETA DE h=15 cm POR ø=10 cm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> PEAG-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ACI 522R-10	
<b>PROYECTO</b>	DIFERENCIA DE COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE ELABORADO CON CANTO RODADO FRENTE AL DE PIEDRA CHANCADA, CANTERA MASHCON, CAJAMARCA 2017	

ID. ESPECIMEN:	PC2503	ANCHO CARA PROM.(cm)	10.25
FECHA DE ELABORACION:	05-01-2018	LARGO PROM.(cm)	15.00
FECHA DE ENSAYO:	12-01-2018	AREA CARA PROM.(cm)	82.52
EDAD DE MUESTRA:	7 días	RESPONSABLE:	Saúl Castro / Teófilo Guevara



PERMEABILIDAD DE CONCRETO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	CARGA HIDRÁULICA (A)	mm	150	150	150
B	TIEMPO (B)	s	5.30	5.24	5.55
C	COEFICIENTE DE DESCARGA $C = A / B$	mm/s	28.30	28.63	27.03
<b>PROMEDIO</b>					27.97

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Saúl Castro / Teófilo Guevara	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: Ing. Víctor Sánchez
FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18	FECHA: 12/01/18