

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**"INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN  
EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO DE  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ "**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

Bach. Llamoctanta Marchena, Juan.

**Asesor:**

Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza

**CAJAMARCA - PERÚ**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### FACULTAD DE INGENIERÍA

1. Investigador: **JUAN LLAMOCTANTA MARCHENA**

DNI: 43478802

Escuela Profesional: Ingeniería Civil

2. Asesor: **LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA**

Facultad: Ingeniería

3. Grado académico o título profesional

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

**"INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE F'C= 250kg/cm<sup>2</sup>"**

6. Fecha de evaluación: 18/11/2024

7. Software antiplagio:

TURNITIN

URKUND (OURIGINAL) (\*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 23 %

9. Código Documento: oid:3117:406704298

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO  PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 18/11/2024

 FIRMA DEL ASESOR LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA DNI: 26617505	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN</p>  Dra. Ing. Laura Sofía Bazán Díaz DIRECTORA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
---	---

COPYRIGHT © 2024 by  
JUAN LLAMOCTANTA MARCHENA  
Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida y toda la sabiduría y fortaleza para salir adelante ante todas las adversidades y para guiarme y poder culminar una de mis metas trazadas.

Mi más sincero agradecimiento a todos los ingenieros que me apoyaron con el asesoramiento y permitir la posibilidad de haber desarrollado el presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, porque en ella he adquirido conocimientos y valores para mi formación profesional.

Juan Llamoctanta  
Marchena

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón a mis padres Carlos y Yolanda quienes fueron el apoyo incondicional en toda mi etapa de aprendizaje, pues sin ellos no lo había logrado gracias por sus enseñanzas que me inculcaron valores morales y de sabiduría para guiarme por el camino adecuado de lograr mis objetivos.

A mi hija hermosa Alessandra quien es el motor y motivo para seguir adelante, mi inspiración para seguir logrando cosas en esta etapa de mi vida.

Juan Llamoctanta  
Marchena

## CONTENIDO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS UTILIZADAS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
1.1. Planteamiento del Problema	9
1.2. Formulación del Problema.	10
1.3. Objetivos de la Investigación	11
1.3.1. Objetivo General.	11
1.3.2. Objetivos Específicos.	11
1.4. Alcances de la Investigación	12
1.5. Limitaciones de la investigación	12
1.6. Justificación de la Investigación.	12
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>13</b>
2.1. Marco referencial	13
2.1.1. Antecedentes Internacionales	13
2.1.2. Antecedentes Nacionales	14
2.1.3. Antecedentes Locales	16
2.2. Marco conceptual	18
2.2.1. Concreto	18
2.2.2. Materiales que constituyen el concreto	18
2.2.3. Peso volumétrico del concreto	22
2.2.4. Resistencia a la compresión	23
<b>CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>27</b>
3.1. Ubicación geográfica	27
3.2. Diseño de la investigación	28
3.3. Método de investigación	28
3.4. Población, muestra, unidad de análisis y observación	28
3.4.1. Población y muestra	28
3.4.2. Unidad de análisis y unidad de observación	29
3.5. Tratamientos de estudio	29
3.6. Tratamientos e instrumentos de recopilación de información	29
3.6.1. Técnicas de ensayo en el laboratorio:	29
3.7. Hipótesis	40
3.7.1. Hipótesis general	40
3.8. Variables	40

3.8.1. Independientes	40
3.8.2. Dependientes	40
3.9. Operalización de los componentes de la hipótesis	41
3.10. Instrumento de recopilación de información	43
3.11. Técnicas para el procesamiento y análisis de información	44
<b>CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>45</b>
4.1. Resultados de la resistencia a compresión	45
4.2. Resultados de la resistencia a compresión	46
4.3. Contraste de la hipótesis	48
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
5.1. CONCLUSIONES	49
5.2. RECOMENDACIONES	50
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>51</b>
<b>APÉNDICE I: FICHAS DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>54</b>
<b>APÉNDICE II: FOTOGRAFÍAS</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO I: PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO II: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO III: DISEÑO DE MEZCLAS</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO IV: CONSTANCIA PERMITIENDO USO DE LABORATORIO EXTERNO</b>	<b>101</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Ubicación de la Cantera “Aguilar” – Baños del Inca.</i>	27
Figura 2: <i>Desarrollo de la resistencia a compresión a los 7d, 14d y 28d.</i>	45
Figura 3: <i>Uso de los agregados de la cantera “Aguilar”</i>	63
<b>Figura 4:</b> <i>Tesista realizando el ensayo de peso específico del A.F.</i>	63
<b>Figura 5:</b> <i>Tesista realizando el ensayo de peso específico del A.F.</i>	64
<b>Figura 6:</b> <i>Ensayo de Resistencia a compresión a 7 d. para probetas patrón</i>	64

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3: Cantidad de especímenes para ensayos de resistencia a compresión	28
Tabla 1: Operalización de variables	41
Tabla 2: Matriz de consistencia metodológica	42
Tabla 4: Estándares para el control del concreto para $f'c \leq 35$ Mpa	44
Tabla 5: <i>Desviación estándar de tratamientos a los 28 d (Contraste Tabla 3)</i>	45
Tabla 6: <i>Resistencia a compresión de los tratamientos a los 7d, 14d y 28 d</i>	46
Tabla 7: <i>Influencia en la resistencia a compresión según tratamientos a 28 d</i>	46

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS UTILIZADAS

7d	:	7 días de edad de concreto.
14 d	:	14 días de edad de concreto.
28 d	:	28 días de edad de concreto.
°C	:	Grados Celsius.
ACI	:	American Concrete Institute / Instituto Americano del Concreto.
Ap.	:	Área de la probeta.
ASTM	:	American Society for Testing and Materials / Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
C.E.	:	Concreto endurecido.
C.F.	:	Concreto fresco.
cm	:	Centímetros.
cm <sup>2</sup>	:	Centímetros cuadrados.
cm <sup>3</sup>	:	Centímetros cúbicos.
Desv. Est.	:	Desviación estándar.
g	:	Gramos.
g/cm <sup>3</sup>	:	Gramos por centímetro cúbico.
f'c	:	Resistencia a la compresión.
kg	:	kilogramos.
kg/cm <sup>2</sup>	:	kilogramos por centímetro cuadrado.
kg/m <sup>3</sup>	:	kilogramos por centímetro cúbico.
kN	:	kilonewton
lb/ft <sup>3</sup>	:	Libra por pie cúbico.
mm	:	Milímetros.
m <sup>3</sup>	:	Metros cúbicos.
NTP	:	Norma Técnica Peruana.
SC	:	Suma de cuadrados.
SSS	:	Saturado superficialmente seco.
t	:	Temperatura.
T.M.N.	:	Tamaño máximo nominal.
Vol.p	:	Volumen de la probeta.

## RESUMEN

Esta investigación se planteó al tratar de obtener un comportamiento resistente a la compresión de un concreto  $f'_c=250$  kg/cm<sup>2</sup>. Por tanto, había exigencias de estudiar otros diseños de tipo de concreto, por ejemplo, el concreto con un porcentaje de reemplazo en el agregado grueso. Es así como, la tesis tiene el objetivo de determinar la influencia de la angulosidad del agregado grueso en la resistencia a compresión de un concreto  $f'_c=250$  kg/cm<sup>2</sup>. Para ello se han trabajado los Tratamiento I: Diseño patrón, 0% de reemplazo, Tratamiento II: Diseño con un reemplazo de 20% de piedra chancada en el agregado grueso, Tratamiento III: Diseño con un reemplazo de 40% de piedra chancada en el agregado grueso, Tratamiento IV: Diseño con un reemplazo de 60% de piedra chancada en el agregado grueso, Tratamiento V: Diseño con un reemplazo de 80% de piedra chancada en el agregado grueso, Tratamiento VI: Diseño con un reemplazo de 100% de piedra chancada en el agregado grueso. Concluyendo que, respecto al tratamiento patrón I, hubo influencia en la resistencia a compresión, en los tratamientos de reemplazo I, II, III, IV, V; con un aumento de 14.75%; 18.15%, 23.90%, 16.66% y 12.44% respectivamente a los 28 d., señalando que todos los tratamientos superaron el  $f'_c= 250$  kg/cm<sup>2</sup> de diseño

### **Palabras clave:**

Concreto, influencia, resistencia a compresión.

## ABSTRACT

This research was proposed when trying to obtain a compression-resistant behavior of a concrete. Therefore, there were demands to study other concrete type designs, for example, concrete with horrible aggregate replacement percentage. Thus, the thesis has the objective of determining the influence of the angularity of the coarse aggregate on the compressive strength of a concrete  $f'_c=250 \text{ kg/cm}^2$ . For this, Treatment I: Pattern design, 0% replacement, Treatment II: Design with a replacement of 20% of crushed stone in the coarse aggregate, Treatment III: Design with a replacement of 40% of crushed stone in the coarse aggregate, Treatment IV: Design with a replacement of 60% of crushed stone in the coarse aggregate, Treatment V: Design with a replacement of 80% of crushed stone in the coarse aggregate, Treatment VI: Design with a replacement of 100% of Crushed stone in the horrible aggregate. Concluding that, with respect to the pattern treatment I, there was influence on the compressive strength, in the replacement treatments I, II, III, IV, V; with an increase of 14.75%; 18.15%, 23.90%, 16.66% and 12.44% respectively at 28 days, indicating that all treatments exceeded the design  $f'_c= 250 \text{ kg/cm}^2$

### **Keywords:**

Concrete, influence, compression resistance

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

El concreto es el material más usado en la construcción, y su desempeño depende de las propiedades de la matriz de la pasta de cemento, agua y de las partículas de agregados que se usen, por lo que su comportamiento depende fundamentalmente de las propiedades de estos componentes y de la interfase que se genera entre ellos. Los agregados utilizados en el concreto se caracterizan por tomar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la roca madre. Así, los agregados más comunes a utilizar en el concreto son las de tipo calizo, caracterizados por ser altamente porosos y por su buena adherencia con la pasta de cemento y las de tipo silíceo caracterizadas por presentar menor porosidad, mayor densidad y forma redondeada con superficie más suave y lisa con respecto a las rocas trituradas (Torres-Ortega, R. y Saba M., 2023)

Para obtener un concreto estructural es necesario que los agregados a usar sean de buena calidad, una adecuada proporción, así como el control de los mismos durante su amasado, transporte, colocación, compactación y curado, esto se determina por medio de análisis basado en ensayos establecidos en las normas, que cubran los ensayos para determinar la buena calidad de agregados referente a propiedades física, mecánicas, químicas y petrográficas.

Los agregados pétreos, generalmente ocupan alrededor del 60 a 75 % del volumen del concreto, debido a ello tienen una gran influencia en sus propiedades. Estos son materiales granulares, que provienen de roca natural, grava natural y arena y los de forma artificial como roca chancada arena y

confitillo. Aunque no son los únicos materiales usados como agregados, estos son los de mayor uso.

La granulometría, así como el perfil de los agregados son propiedades muy importantes para obtener un buen concreto, por lo que resulta importante la manera de cómo influye la forma o el perfil que tienen las partículas del agregado grueso en la resistencia a la compresión para un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , ya que es un parámetro que se asume de manera muy superficial en la calificación del agregado grueso y no se conoce en qué medida aumenta la resistencia mecánica del concreto por las formas de sus partículas.

Además, por el aumento de la construcción en Cajamarca se presume que está conllevando al agotamiento de los agregados de origen aluvial y los de ladera, generando una gran demanda de materiales chancados o artificiales en la construcción de estructuras de diferente infraestructura en nuestra ciudad.

Esta investigación plantea estudiar la influencia del reemplazo del agregado anguloso en el agregado grueso, en el comportamiento resistente a la compresión para un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

## **1.2. Formulación del Problema.**

¿En cuánto influye el reemplazo del agregado grueso por agregado anguloso en la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ ?

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

Determinar la influencia de la angulosidad del agregado grueso en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$

#### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar la influencia del reemplazo del 20% del agregado grueso por 20% de agregado anguloso en la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$
- Determinar la influencia del reemplazo del 40% del agregado grueso por 40% de agregado anguloso en la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$
- Determinar la influencia del reemplazo del 60% del agregado grueso por 60% de agregado anguloso en la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$
- Determinar la influencia del reemplazo del 80% del agregado grueso por 80% de agregado anguloso en la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$
- Determinar la influencia del reemplazo del 100% del agregado grueso por 1000% de agregado anguloso en la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$

#### **1.4. Alcances de la Investigación**

La investigación realizó el análisis de cómo influye el agregado angulo en reemplazo del agregado grueso, en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Haciendo el estudio previo de las propiedades de los agregados. Los agregados utilizados en el trabajo de investigación provienen de la cantera "Aguilar - Baños del Inca – Cajamarca", con cemento portland tipo I y usando el método seleccionado para realizar el diseño de mezclas fue el *Módulo de Finura de la Combinación de Agregados*.

Se realizaron 6 diseños de mezcla, elaborando un total de 30 especímenes de concreto por diseño, haciendo un total de 180 especímenes, siguiendo lo establecido en las normas NTP

Todas fueron evaluadas a las edades de 7,14 y 28 días.

#### **1.5. Limitaciones de la investigación**

La investigación no realiza estudios de flexión, ni durabilidad del concreto.

#### **1.6. Justificación de la Investigación.**

La investigación estudia la influencia que tiene un concreto con reemplazo de agregado anguloso por el agregado grueso. De manera específica, sobre la resistencia a compresión del concreto. Por lo que esta investigación aporta información nueva, ayudando en el sector construcción, innovando, al lograr que la resistencia a compresión supere su diseño  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  ya que según la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, este  $f'c$  es apropiado para una zona sísmica.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco referencial**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Torres-Ortega, R. y Saba M. (2023), en su artículo de investigación: Incidencia de las propiedades físicas de agregados calizos y silíceos en el comportamiento mecánico de los concretos hidráulicos, trabajaron la caracterización físico-mecánica de los agregados pétreos y para determinar su influencia en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, sobre todo en su resistencia mecánica y durabilidad. Para lograrlo, se examinaron las características granulométricas, de resistencia a la fractura, terrones de arcilla y partículas deleznales, porcentaje de superficies fracturadas, índice de plasticidad y el material que pasa por Tamiz N. 200 y absorción, correspondientemente, de un agregado grueso silíceo (A1) que corresponde a un canto rodado y uno calizo (A2), así como de un agregado fino (AR1), originados de dos fuentes de materiales situadas en la ciudad de Cartagena. Luego, se construyeron cilindros y vigas de hormigón con índices de agua/cemento de 0.45 y 0.47, así como diversas dosificaciones de aditivos plastificantes, con el objetivo de llevar a cabo pruebas de asentamiento, resistencia a compresión y resistencia a flexión. Se logró un incremento del 21% en la resistencia a compresión mediante el uso de agregado de tipo cemento.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Mollo, B y Rosas J (2019), estudiaron la Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , evaluando con ensayos la influencia del agregado grueso en las propiedades del concreto, considerando las propiedades y forma. Escogiendo: Agregado Chancado (forma angular), Agregado Zarandeado (forma irregular, intermedia entre las formas angular y redondeada) y el Agregado Redondeado (forma redondeada).

Para establecer el impacto del agregado grueso en el hormigón, se examinaron las características tanto en estado fresco como en estado endurecido, en un hormigón de  $210 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión, utilizando cemento Tipo IP de Yura y agregado fino de la cantera "la poderosa", factores que son constantes en el estudio. Se llevó a cabo el diseño de mezcla a través del Método ACI para cada clase de agregado grueso, con un slump de 3" a 4" y los diseños de mezcla de patrón para cada categoría. Para cada patrón de mezcla de los tres tipos de agregado grueso, se llevaron a cabo las variaciones de agua, con el objetivo de adquirir capacidades dentro de los intervalos de 2" a 5" y observar el impacto de incrementar y reducir el agua para cada clase de hormigón. Se llevaron a cabo las demoliciones de las probetas y viguetas de hormigón con el objetivo de lograr la resistencia a la compresión durante los días 7, 14 y 28, la resistencia a la tracción por compresión diametral durante los 28 días y la resistencia a la tracción por flexión durante los 28 días. Se constató que la forma y textura del agregado grueso si influye en la trabajabilidad y fluidez del concreto y concluyendo que, se obtuvo una mayor resistencia a la compresión con el agregado redondeado que con el agregado chancado.

Guillén, L. y Llerena T. (2020), realizaron su tesis llamada: Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto, con el objetivo de Analizar la forma, tamaño y textura del agregado grueso en las propiedades del concreto. Los tamaños analizados en esta investigación fueron  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ", 1" y 1  $\frac{1}{2}$ ", con formas redondeadas y angulares. Concluyendo que, La forma de los agregados incide en el comportamiento del concreto. La experiencia ha demostrado que aquellos que presentan formas que se acercan a la del cubo, entre los triturados, y a la esfera en el caso de los rodados ofrecen mejor trabajabilidad y en alguna medida mayor durabilidad que aquellos de forma aplanada o alargada.

Loza, S y Machacca, R. (2022) realizaron el: Estudio de la influencia del tipo de cemento y granulometrías de agregado fino y grueso en las propiedades físicas y mecánicas de pavimento de concreto hidráulico poroso en la ciudad de Arequipa, con el objetivo de analizar el efecto de dos tipos de cemento, tres tamaños diferentes de agregado grueso y dos porcentajes diferentes de agregado fino en concretos hidráulicos porosos. En total desarrollaron doce mezclas con tres repeticiones, utilizando cemento Portland tipo IP y HE, agregado grueso definidos en los HUSOS 67, 7, 89, y dos cantidades de agregado fino (arena) 5% y 15%, agua potable, aditivos superplastificante NEOPLAST 8500 HP y retardante EUCO WR-75. Se moldearon muestras cilíndricas de 6"x12" que se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días. Se concluyó que el mejor resultado de compresión se obtuvo con el diseño 21 MPa HE 67 15% con un valor de 21.596 MPa.

Silva, J (2023), en su investigación: Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de

edificaciones en el distrito de Olmos-2021, determinó la influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en las edificaciones del distrito de Olmos, realizando ensayos físicos, mecánicos y químicos a los materiales para conocer los parámetros que puedan influir en la resistencia final. Los resultados obtenidos muestran que tanto el agregado utilizado como el agua subterránea influyen de manera positiva en la resistencia final del concreto, y que, la combinación agregado chancado y agua subterránea obtuvo la mayor resistencia a la compresión con valores de 165.01 kg/cm<sup>2</sup>, 200.82 kg/cm<sup>2</sup>, 231.80 kg/cm<sup>2</sup>, 252.55 kg/cm<sup>2</sup>, seguido por el concreto elaborado con agregado zarandeado y agua subterránea, con 155.06 kg/cm<sup>2</sup>, 195.48 kg/cm<sup>2</sup>, 221.95 kg/cm<sup>2</sup>, 246.95 kg/cm<sup>2</sup>, en tercer lugar, la combinación agregado zarandeado y agua potable con 159.31 kg/cm<sup>2</sup>, 193.09 kg/cm<sup>2</sup>, 217.71 kg/cm<sup>2</sup>, 239.65 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente encontramos a la combinación de agregado chancado y agua potable con 150.10 kg/cm<sup>2</sup>, 186.21 kg/cm<sup>2</sup>, 211.40 kg/cm<sup>2</sup>, 234.32 kg/cm<sup>2</sup>, para edades de 7, 14, 21, y 28 días respectivamente.

### 2.1.3. **Antecedentes Locales**

Contreras, W. (2014), investigó la: Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén – Cajamarca. Para lograrlo midió los dos perfiles de agregado grueso más conocidos y utilizados, el primero es la piedra chancada de forma irregular y textura áspera y el otro la grava de río de forma redondeada y textura lisa. Realizó dos diseños de mezcla para concretos de  $f_c=175$  y  $210$  kg/cm<sup>2</sup>, con propiedades de la piedra chancada. Los especímenes con piedra chancada superaron la resistencia de los especímenes de grava redondeada en porcentajes que varían entre 8 y 16 % más. Concluyendo que, tanto la forma

como la textura de estos dos agregados influyen en gran medida en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto.

Morales, D.M. (2017). Realizó su tesis llamada: Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto para  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ . Con el objetivo determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1/2" y 1" en la resistencia a la compresión del concreto, estos ensayos se hicieron a los 7, 14 y 28 días. Se observó que el concreto de tamaño máximo nominal 1/2" resiste más que el concreto elaborado con el tamaño máximo nominal de 1", debido a la mayor superficie específica. El concreto con el TMN=1/2" obtuvo una resistencia a compresión a los 28 días de  $285.50 \text{ kg/cm}^2$ , para el concreto DE TMN=1" se obtuvo una resistencia de  $255.33 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que el tamaño máximo nominal de 1/2" mejora la resistencia del concreto.

Raico, I (2019) en su investigación: Influencia de la combinación de agregados en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , determinó la influencia de la combinación de agregados en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; preparando las probetas de concreto, de las cuales 30 se realizaron con agregado grueso de perfil redondeado (canto rodado), 30 con agregado grueso de perfil angular (piedra chancada) y 90 con la combinación de agregados (piedra chancada y canto rodado), obteniendo que, la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de perfil redondeado es menor que el concreto elaborado con agregados de perfil angular en 10.68%. Concluyendo que la mayor resistencia a la compresión del concreto elaborado con la combinación de agregados, se obtiene utilizando 60% de canto rodado y 40% piedra chancada aumentando su  $f'c = 13.56\%$  a los 28 días.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Concreto

El concreto es un material de construcción que se compone de cemento, agua y agregados (como arena y grava) y que en ocasiones se agregan aditivos para mejorar sus propiedades. (Concrelab, 2024)

Según la NTE 0.60 (2022), es una mezcla de cualquier cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. También afirma que, la resistencia mínima del concreto estructural,  $f'_c$ , diseñado y construido de acuerdo con la Norma no debe ser inferior a  $17 \text{ MPa} = 175 \text{ kg/cm}^2$

Esta investigación, trabajó con un  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  sienta un concreto estructural.

### 2.2.2. Materiales que constituyen el concreto

#### 2.2.2.1. Cemento

Según Cemex (2019), es un un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, aún bajo el agua. Actualmente, Perú fabrican 5 tipos de cemento portland para aplicaciones específicas, bajo la NTP 334.009

En esta investigación se usará el Cemento Portland Tipo I, de uso general

#### 2.2.2.2. Agua

Durante la elaboración del concreto, el agua participa en el mezclado y en su curado, y está deberá cumplir con los requisitos de la NTP 339.088 (2019) como el uso de agua limpia y fresca, no deberá contener residuos de aceites, ácidos, álcalis, sales, limo, materias orgánicas, arcilla, algas o sustancias dañinas. Si se

emplea agua de mezcla combinada, deberá cumplir con los límites máximos permisibles señalados en la Norma, de lo contrario, su uso queda prohibido.

#### 2.2.2.3. Agregados

En un aproximado que ocupa dentro del volumen del concreto, los agregados ocupan del 65% a 80%, haciendo su impacto significativo en su estado fresco y endurecido. (Cemex, 2017)

Sobre su clasificación, la investigación abarca por granulometría en fino y grueso, basado en las gradaciones de la NTP 400.037 (2018)

Agregado fino: Puede obtenerse de desintegración natural o artificial de las rocas, siendo continua y uniforme. Debe pasar y retenerse en los tamices 9.5 mm (3/8") y No. 200 respectivamente, además de cumplir los límites de la Norma. Su módulo de fineza estará entre el rango de 2.3 a 3.1

Agregado grueso: Se obtiene de piedra partida, grava natural o triturada. Debe retenerse en el tamiz 4.75 mm o N°4, y cumplir los límites de la Norma. Sus fragmentos serán ser angular o semiangular; con granulometría continua para asegurar buena trabajabilidad

##### 2.2.2.3.1. Características de los agregados

Los agregados son materiales granulares de textura sólida, que provienen de macizos rocosos de distintos tamaños, pudiendo tener un origen sedimentario como resultado de fuerzas geológicas erosivas del agua y el viento, haber sido sometidos a cambios de presión y temperatura, proviniendo de rocas

metamórficas o ser obtenidos a partir de rocas ígneas mediante el enfriamiento y la solidificación de magma. Por lo tanto, las características de los agregados en cuanto a forma, textura y gradación influyen significativamente en la manejabilidad, exudación y segregación del concreto fresco, y en la resistencia, rigidez, permeabilidad y durabilidad del concreto endurecido, por ello, importa deben ser constituidos por partículas limpias, resistentes y durables, que desarrollen buena adherencia con la matriz de cemento. (Torres-Ortega, R. y Saba M., 2023)

La caracterización de los agregados que forman el concreto es un factor determinante en el comportamiento de estructuras de concreto. La forma y el tamaño del agregado influyen de manera significativa en la consistencia del concreto. Por otra parte, la granulometría y el tamaño máximo del agregado afectan las cantidades relativas requeridas de los agregados, la relación agua/cemento, la trabajabilidad, la economía y la durabilidad del concreto. Así, cuando los agregados son muy gruesos generalmente producen mezclas rígidas, mientras que aquellos que tienen una curva granulométrica suave, producirán resultados más satisfactorios en las propiedades del concreto en estado fresco. Las propiedades físico-mecánicas de los agregados pétreos inciden directamente en la resistencia y durabilidad del concreto en estado endurecido. La textura de los agregados afecta la adherencia entre las partículas y la matriz de concreto, lo que se refleja en la variación de la resistencia, ya que partículas rugosas tienden a producir mayores resistencias que las partículas lisas. Por su parte, la durabilidad se asocia a un bajo contenido de agua, por lo que los agregados angulares, aplanados y alargados afectan negativamente la durabilidad del concreto al aumentar la demanda de agua. Para caracterizar las

propiedades de los agregados pétreos (Torres-Ortega, R. y Saba M., 2023). La Norma Técnica Peruana establece los requisitos de gradación y calidad para los agregados finos y gruesos a utilizarse en el concreto.

#### 2.2.2.3.1.1. Granulometría

La granulometría es la composición en porcentaje de los diversos tamaños de agregado en una mezcla, indicando de mayor a menor tamaño, por una cifra que representa, en peso, el porcentaje parcial de cada tamaño que pasa o queda retenido en los diferentes tamices utilizados para tal medición. Luego, la granulometría y el tamaño máximo del agregado afectan las proporciones relativas de los mismos en los diseños de mezclas y la relación agua/cemento, impactando en la resistencia, manejabilidad, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto. También, la forma de las partículas de los agregados depende del tipo de roca y sus características y de las condiciones de sedimentación y transporte que experimentó durante la transformación, influye en la manejabilidad del concreto en estado fresco y endurecido. (Torres-Ortega, R. y Saba M., 2023)

Las impurezas se constituyen como sustancias o partículas indeseadas que se pueden mezclar con los agregados, como sustancias orgánicas, sales solubles, limos, arcillas y carbón. La capa externa de los agregados puede estar formada por elementos químicos nocivos al concreto, aunque la roca sea de buena calidad. Así, las impurezas como humos, restos orgánicos y sales solubles retrasan el fraguado y causan deterioros en el concreto, mientras que los limos y arcillas en grandes cantidades conducen a incrementos en el agua requerida para reducir el fraguado. Abordando las propiedades mecánicas de los

agregados, la resistencia a la abrasión se define como la capacidad para resistir el desgaste causado por frotación o fricción, principalmente por acciones mecánicas como rozamiento, deslizamiento, raspadura, percusión y arrastre de materiales abrasivos. En general, los agregados de rocas que tienen alta resistencia de compresión uniaxial presentan una alta resistencia a la abrasión. (Torres-Ortega, R. y Saba M., 2023)

#### 2.2.2.3.1.2. Angularidad del agregado grueso

La angularidad del agregado grueso es importante para garantizar un enclavamiento adecuado del agregado y evitar una deformación excesiva del agregado grueso bajo carga .

La especificación de un porcentaje mínimo de angularidad del agregado grueso también se puede utilizar para obtener una mayor durabilidad de los agregados utilizados en tratamientos de superficie y para obtener una mayor fricción y textura de los agregados utilizados en las capas de superficie del pavimento.

La alta angularidad de los agregados gruesos es beneficiosa para el entrelazado entre los agregados y juega un papel importante en la mejora de la estabilidad a alta temperatura de las mezclas de asfalto caliente. (Paviment, 2024)

#### 2.2.3. Peso volumétrico del concreto

En el concreto normal que es el tipo de concreto que más solemos emplear en las construcciones y tiene una resistencia de 175 a 350 kg/cm<sup>2</sup>, el peso unitario del concreto convencional es de 2,200 kg/m<sup>3</sup> a 2,400 kg/m<sup>3</sup>. La variación en el peso se debe al peso de los agregados, la cantidad de agua y cemento

La investigación trabajó con un concreto normal, por lo que su peso volumétrico en todos sus tratamientos se considera dentro del peso de concreto normal.

#### 2.2.4. Resistencia a la compresión

Es la característica mecánica principal del concreto. Siendo la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, usualmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y psi (libras por pulgada cuadrada).

El ensayo genérico conocido para determinar la resistencia a la compresión es el ensayo sobre probetas cilíndricas elaboradas en moldes especiales que tienen 150 mm de diámetro y 300 mm de altura. La norma NTP 339.034:2015 (Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas), rige el procedimiento de elaboración de los cilindros y ensayo de resistencia a la compresión. (Osorio J, 2024)

Los factores que influyen en la resistencia a compresión: (Osorio J, 2024)

##### -Contenido de cemento

El cemento al ser el material más activo de la mezcla de concreto, por sus características y su contenido (proporción) dentro de la mezcla tiene una gran influencia en la resistencia del concreto a cualquier edad.

##### -Relación agua-cemento y contenido de aire

Para los mismos materiales y condiciones de ensayo, la resistencia del concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento. Este es el factor más importante en la resistencia del concreto: Relación agua-cemento = A/C

Existen dos formas de que la relación agua-cemento aumente y por tanto la resistencia del concreto disminuya: aumentando la cantidad de agua de la mezcla o disminuyendo la cantidad de cemento. Esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que en la práctica se puede alterar la relación agua-cemento por adiciones de agua después de mezclado el concreto con el fin de restablecer asentamiento o aumentar el tiempo de manejabilidad, lo que va en detrimento de la resistencia del concreto y por tanto esta práctica debe evitarse para garantizar la resistencia para la cual el concreto fue diseñado.

#### -Influencia de los agregados

La distribución granulométrica juega un papel importante en la resistencia del concreto, ya que si esta es continua permite la máxima capacidad del concreto en estado fresco y una mayor densidad en estado endurecido, lo que se traduce en una mayor resistencia.

La forma y textura de los agregados también influyen. Agregados de forma cúbica y rugosa permiten mayor adherencia de la interfase matriz-agregado respecto de los agregados redondeados y lisos, aumentando la resistencia del concreto. Sin embargo, este efecto se compensa debido a que los primeros requieren mayor contenido de agua que los segundos para obtener la misma manejabilidad.

La resistencia y rigidez de las partículas del agregado también influyen en la resistencia del concreto.

#### -Tamaño máximo del agregado

Para concretos de alta resistencia, mientras mayor sea la resistencia requerida, menor debe ser el tamaño del agregado para que la eficiencia del cemento sea mayor.

Para concretos de resistencia intermedia y baja, mientras mayor sea el tamaño del agregado, mayor es la eficiencia del cemento.

En términos de relación agua-cemento, cuando esta es más baja, la diferencia en resistencia del concreto con tamaños máximos, menores o mayores es más pronunciada.

#### -Fraguado del concreto

Otro factor es la velocidad de endurecimiento que presenta la mezcla al pasar del estado plástico al estado endurecido, es decir el tiempo de fraguado. Por tanto, es muy importante su determinación.

#### -Edad del concreto

En general, se puede decir que a partir del momento en que se presenta el fraguado final del concreto, comienza realmente el proceso de adquisición de resistencia, el cual va aumentando con el tiempo.

Con el fin de que la resistencia del concreto sea un parámetro que caracterice sus propiedades mecánicas, se ha escogido arbitrariamente la edad de 28 días como la edad en la que se debe especificar el valor de resistencia del concreto.

Se debe tener en cuenta que las mezclas de concreto con menor relación agua-cemento aumentan de resistencia más rápidamente que las mezclas de concreto con mayor relación agua-cemento.

#### -Curado del concreto

El curado del concreto es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de agua de la masa de concreto por efecto de la temperatura, sol, viento, humedad relativa, para garantizar la completa hidratación de los granos de cemento y por tanto garantizar la resistencia final del concreto. El objeto del curado es mantener tan saturado como sea posible el concreto para permitir la total hidratación del cemento; pues si está no se completa la resistencia final del concretos se disminuirá.

#### -Temperatura

La temperatura y su incidencia es la siguiente:

Durante el proceso de curado, temperaturas más altas aceleran las reacciones químicas de la hidratación aumentando la resistencia del concreto a edades tempranas, sin producir efectos negativos en la resistencia posterior.

Temperaturas muy altas durante los procesos de colocación y fraguado del concreto incrementan la resistencia a muy temprana edad pero afectan negativamente la resistencia a edades posteriores, especialmente después de los 7 días, debido a que se da una hidratación superficial de los granos de cemento que producen una estructura físicamente más pobre y porosa.

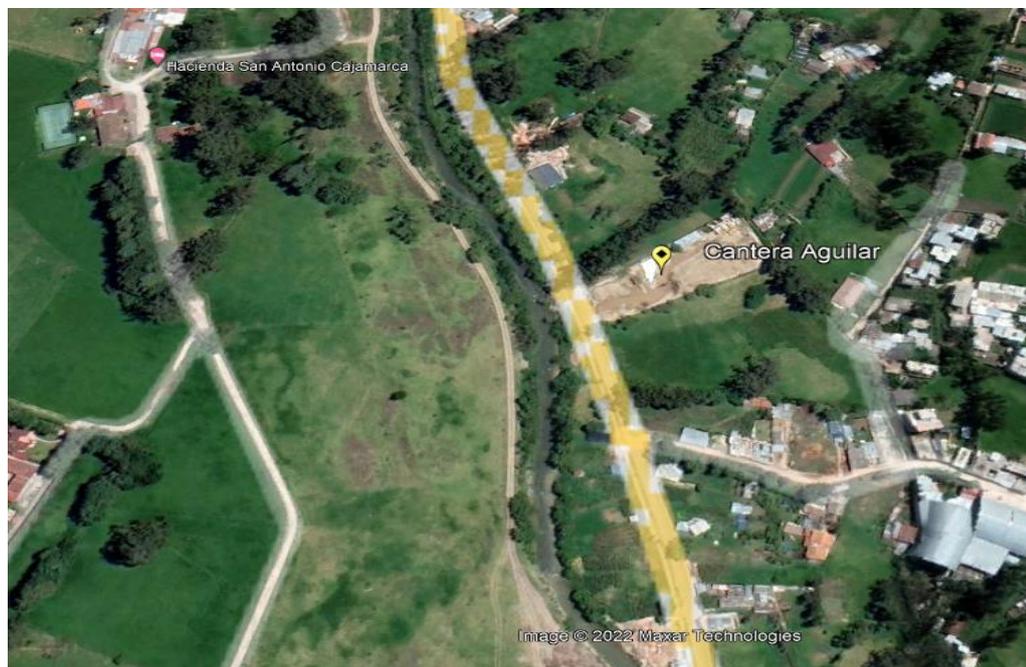
## CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación geográfica

Se desarrolló la investigación en Cajamarca ciudad, a una altura de 2765 m.s.n.m., en el día tiene clima templado y seco; por la noche clima frío.

Y los agregados de la cantera “AGUILAR”, márgenes del río chonta (Carretera Baños – Otuzco), donde se extraen, procesan y comercializan agregados.

Aproximadamente a 7 km., ubicado en el Distrito de Baños del Inca, el tiempo promedio estimado desde la ciudad de Cajamarca es 5 minutos aproximadamente y tiene como coordenadas: Este: 779899.97, Norte: 9208916.67 a 2670 msnm de altitud



**Figura 1:** Ubicación de la Cantera “Aguilar” – Baños del Inca.

### 3.2. Diseño de la investigación

El diseño es experimental porque se reemplazó un porcentaje de agregado agregado anguloso en el agregado grueso; para observar los efectos producidos en la resistencia a compresión.

### 3.3. Método de investigación

Tiene enfoque cuantitativo ya que mide con precisión las variables de estudio

### 3.4. Población, muestra, unidad de análisis y observación

#### 3.4.1. Población y muestra

- a. Población: especímenes de concreto
- b. Muestra: Según la NTE 0.60 (2020) se debe considerar para un ensayo de resistencia a compresión al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas con la misma muestra de concreto, ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f_c$ , por lo tanto, se escogió a 10 probetas por ensayo y por edad para tener mayor número de datos.

**Tabla 1:** Cantidad de especímenes para ensayos de resistencia a compresión

Edad de ensayo	Tratamientos						Sub total
	Patrón	20% de PC	40% de PC	60% de PC	80% de PC	100% de PC	
7 días	10	10	10	10	10	10	60
14 días	10	10	10	10	10	10	60
28 días	10	10	10	10	10	10	60
TOTAL							180

### **3.4.2. Unidad de análisis y unidad de observación**

Cada probeta para ensayar

### **3.5. Tratamientos de estudio**

Los tratamientos estudiados en la tesis fueron:

- Tratamiento I: Diseño patrón, 0% de reemplazo
- Tratamiento II: Diseño con un reemplazo de 20% de agregado anguloso en 20% del agregado grueso.
- Tratamiento III: Diseño con un reemplazo de 40% de agregado anguloso en 40% del agregado grueso
- Tratamiento IV: Diseño con un reemplazo de 60% de agregado anguloso en 60% del agregado grueso.
- Tratamiento V: Diseño con un reemplazo de 80% de agregado anguloso en 80% del agregado grueso.
- Tratamiento VI: Diseño con un reemplazo de 100% de agregado anguloso en 100% del agregado grueso.

### **3.6. Tratamientos e instrumentos de recopilación de información**

#### **3.6.1. Técnicas de ensayo en el laboratorio:**

Para realizar los ensayos, se usó las NTP y guías ASTM como orientación de su adecuado proceso y desarrollo:

I. Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037)

Proceso:

- La muestra de agregado (fino o grueso) se seca, en el horno durante 24 h., con una  $(t) \pm 11$  °C.
- Al sacar la muestra del horno para llenar el recipiente, se echa de una altura de 5 cm. sobre el borde del recipiente
- Se enrasa el borde superior del recipiente nivelando la capa superficial del agregado con una varilla.
- Apuntamos el valor la masa del recipiente + su contenido de agregado
- Se calculó el volumen real del recipiente, con el volumen de agua del recipiente llenándolo con agua y se pesó.

Material:

- Muestras: grava, agregado fino y piedra chancada

Equipo

- Balanza.
- Cucharón
- Recipiente
- Varillas
- Horno 110°C

II. Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037)

Proceso:

- Se seca la muestra de agregado (fino o grueso), en el horno durante 24 h., con una  $(t) \pm 11$  °C.

- Al sacar la muestra del horno se llena el recipiente en tres partes y se compacta el material con la varilla con unos 25 golpes, sin penetrar en la capa previa.
- Se enraso el borde del recipiente, nivelando la capa superficial del agregado ayudado de la la varilla
- Apuntamos el valor la masa del recipiente + su contenido de agregado
- Se calculó el volumen real del recipiente, con el volumen de agua del recipiente llenándolo con agua y se pesó.

Material:

- Muestras: grava, agregado fino y piedra chancada

Equipo

- Balanza.
- Cucharón
- Recipiente
- Varillas
- Horno  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

### III. Peso Específico y Absorción (%) (NTP 400.021)

Proceso para agregado grueso:

- La muestra se secó en horno a (t)  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 1 h.
- Luego se sumergió la muestra en agua durante  $24 \pm 4$  h y se retiró
- Para obtener el material hasta obtener un estado SSS, se lo seca con un trapo para determinar su nada.

- Se colocó en la canastilla la muestra para calcular la masa aparente de muestra sumergida en el agua, agitando el recipiente sumergido.
- La muestra se secó en horno a (t)  $110 \pm 5$  °C por  $24 \pm 4$  h y se halló su masa

Material:

- Muestra de grava.
- Muestras de piedra chancada

Equipo

- Balanza.
- Juego de tamices
- Canastilla de alambre
- Horno 110°C

Procedimiento para el agregado fino:

- La muestra se llevó al horno a (t)  $110 \pm 5$  °C por  $24 \pm 4$  h.
- Luego se mete la muestra en agua durante  $24 \pm 4$  h. y se retiró
- Se vacía el exceso de agua sin perder los finos.
- Se lleva la muestra sobre una superficie que no sea absorbente a temperatura ambiente, para tener una condición de flujo libre.
- Se hizo la prueba de humedad superficial. Apisonando el agregado fino en el molde con 25 golpes con la barra compactadora, cada golpe aprox. a 5 mm por encima de la superficie superior del agregado fino. Ajustando la altura inicial de la nueva elevación de la superficie después de cada golpe distribuidos sobre la superficie. Retirando la arena suelta de la base y levantando el molde verticalmente. Si

humedad de la superficie estuviese presente, el agregado fino conservará la forma moldeada, pero ligera caída del agregado fino moldeado indica que se llegó a un estado de ss

- Se llena parcialmente la fiola con agua se introdujo  $500 \pm 10$ g de a. fino SSS, luego se adicionó agua aprox. el 90% de capacidad, agitando la fiola manualmente para eliminar todas las burbujas de aire visibles.
- Luego, se llevó el nivel de agua de fiola a su capacidad de calibración.
- Se calculó la masa total de la fiola, la muestra y el agua.
- Se sacó la muestra de la fiola para secar en el horno a (t)  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , y se deja enfriar en aire a (t) ambiente por  $1 \pm \frac{1}{2}$  h, y se halló la masa.
- Finalmente se calculó la masa de la fiola llena con agua.

Material:

- Muestra de agregado fino.

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Fiola
- Molde y barra compactadora.
- Horno  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$

#### IV. Contenido de Humedad (%) (NTP 339.185)

Proceso:

- Se toma el peso de la tara y el peso de la muestra húmeda + tara
- Se seca la muestra en la estufa durante 24 h a  $105^\circ\text{C}$
- Se pesó la muestra seca + tara, el peso del agua y peso muestra seca
- Se calculó el w%

Material:

- Muestras: grava, agregado fino y piedra chancada

Equipo

- Balanza.
- Taras
- Horno  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

V. Material más fino que pasa el tamiz N°200 (NTP 400.018)

Proceso:

- Se han secado las muestras por 24 h, a una (t) de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Se anota el peso de las muestras a ensayar
- Se puso la muestra en el recipiente y se llena con suficiente agua para cubrirla y que permita agitarla para separar las partículas finas.
- Se seca el material retenido sobre tamices y se procede a calcular la masa.

Material:

- Muestras: grava, agregado fino y piedra chancada

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Taras
- Horno  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tamices (No. 200 y No 16)

## VI. Ensayo de abrasión (NTP 400.019)

### Proceso

- Dentro de la Máquina Los Ángeles, rotándola a 500 revoluciones a una velocidad de 33 rpm., se pone la muestra de ensayo
- Se saca el material de la máquina para separarla preliminarmente sobre un tamiz de mayor al N° 12.
- Se pasó la porción fina por el tamiz 1,70 mm.
- Se lavó el material más grueso a la malla N° 12 y secó al horno a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , para calcular la masa.

### Material:

- Muestras: grava, agregado fino y piedra chancada

### Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Tamices
- Máquina de Los ángeles
- Esferas de acero

## VII. Análisis granulométrico de agregado grueso (NTP 400.012)

### Procedimiento:

- Se llevaron las muestras a (t) de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Los tamices se colocan por orden y se agitaron con la muestra
- Si al paso de un minuto no pasa más del 1% en peso del material retenido sobre el tamiz, la tarea habrá concluido

- Se procede a pesar lo retenido en cada tamiz y cazoleta

Material:

- Muestras: grava, agregado fino y piedra chancada

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Horno  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Juego de tamices.

#### VIII. Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio (NTP 339.183)

Proceso de elaboración de mezcla:

- Con un trompo se mezcla el concreto
- Luego se realizó la prueba de asentamiento para un concreto diseñado con slump de 3" y 4".
- Cada tanda ha sido tomado su temperatura.

Procedimiento para elaborar las probetas:

- Las probetas fueron vaciadas en el almacén donde permanecerán.
- Se colocan las probetas en una superficie que sea nivelada.
- La mezcla de concreto se vacía en tres capas y cada una deberá recibir 25 golpes
- Luego el concreto debe enrazarse en su superficie, con la ayuda en su superficie de una plancha.

Procedimiento para elaborar las probetas:

- Luego de almacenar las probetas:
- Pasadas las  $24 \pm 8$  h del vaciado, se deben desencofrar.
- Se colocan las probetas en depósito grande con agua a (t) de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , para curarlas durante el tiempo correspondiente (7, 14 y 28 d)

Material:

- Piedra chancada
- Agregado fino.
- Grava.
- Cemento
- Agua

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Mezcladora
- Varilla compactadora
- Moldes cilíndricos.
- Cono de Abrams
- Herramientas pequeñas.
- Martillo de goma

IX. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire del concreto (NTP 339.046)

Procedimiento:

- Se obtuvo la mezcla de concreto en estado fresco.

- Se colocó la mezcla en los moldes cilíndricos porque sirvieron como recipientes de medición, con ayuda de la cuchara.
- Como las probetas ya habían sido elaboradas, de acuerdo al ítem (H), después de limpiar externamente los moldes, se procede a pesarlas para determinar su masa con exactitud (descontando el peso del molde)
- Para el concreto endurecido se procedió a pesar cada probeta para determinar también su masa.

Material:

- Mezclas de concreto

Equipo

- Balanza con aproximación de 45 gr.
- Mazo.
- Varilla compactadora
- Moldes cilíndricos.
- Herramientas pequeñas.
- Cucharón.

X. Ensayo normalizado para la resistencia a compresión del concreto, en muestras cilíndricas – NTP 339.034

Procedimiento:

- Sacamos las probetas de cilindro donde se han curado, respetando el tiempo según su edad de ensayo.

- La probeta se lleva a la máquina de ensayo, alineando los ejes de la probeta con el centro de empuje del bloque de rotura.
- La carga deberá estar en 0 antes de iniciar el ensayo
- La aplicación de la carga es continua y constante, (no se dieron ajustes en la velocidad de movimiento cuando la carga final era aplicada y la velocidad decrecía por la fractura de la probeta.
- La carga de compresión es aplicada mientras el indicador de la carga disminuía y la probeta tenía patrón de fractura.
- Registrando la carga máx. alcanzada por cada probeta en el ensayo.

Material:

- Probetas (30) con tratamiento 1
- Probetas (30) con tratamiento 2
- Probetas (30) con tratamiento 3
- Probetas (30) con tratamiento 4
- Probetas (30) con tratamiento 5
- Probetas (30) con tratamiento 6

Equipo: Máquina de compresión uniaxial

### **3.7. Hipótesis**

#### **3.7.1. Hipótesis general**

El reemplazo del agregado grueso por agregado anguloso influye en el aumento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  en más de 20%

### **3.8. Variables**

#### **3.8.1. Independientes**

Porcentaje de reemplazo de piedra angulosa

#### **3.8.2. Dependientes**

Resistencia a compresión

### 3.9. Operalización de los componentes de la hipótesis

**Tabla 2:** Operalización de variables

<i>VARIABLES</i>	<i>DEFINICIÓN</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN</i>
<b>Dependiente</b>	Capacidad para		
Resistencia a compresión	soportar una carga por unidad de área.	kg/cm <sup>2</sup>	Ficha de toma y recolección de datos.
<b>Independientes</b>			
Porcentaje de reemplazo de piedra angulosa	% de piedra chancada que se reemplaza en el agregado grueso.	%	Ficha de toma y recolección de datos.



### 3.10. Instrumento de recopilación de información

#### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

TRATAMIENTO: \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	B	C	F		D	E		
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

- Se colocó el “Tipo y nombre de tratamiento” trabajado.
- “Edad de ensayo (días)”, obteniendo 7, 14 o 28 días.
- En “Código probeta”, se indicó la codificación usada por probeta.
- El “ $f'c$  (kg/cm<sup>2</sup>)” se consideró el  $f'c$  diseñado, es decir  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>.
- “ $\Phi$  probeta (cm)”, fue la medida promedio de 4 lecturas del diámetro de la probeta en estado endurecido.
- “Carga Max. Rotura (kN)”, este valor lo da la Máquina de compresión uniaxial, al ensayar cada probeta aplicando una carga.
- “Carga Max. Rotura (kg)”, este valor es de la celda “F” x 101.972
- La “Resistencia a compresión (kg/cm<sup>2</sup>)”, se calcula así:

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Carga máxima de rotura (kN)} \times 101.972}{A_p \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Fórmula de McKee

“Área de probeta (cm<sup>2</sup>)”, se calculó este valor con la fórmula:

$$A_p \text{ (cm}^2\text{)} = \frac{\pi \times (\Phi \text{ cm})^2}{4}$$

### 3.11. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

Se realizó el procesamiento de la información en el programa Excel.

Para el análisis de toda la información, se contrastó los resultados estadísticos obtenidos, con la Guía para la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto (ACI 214 RS-11, 2017)

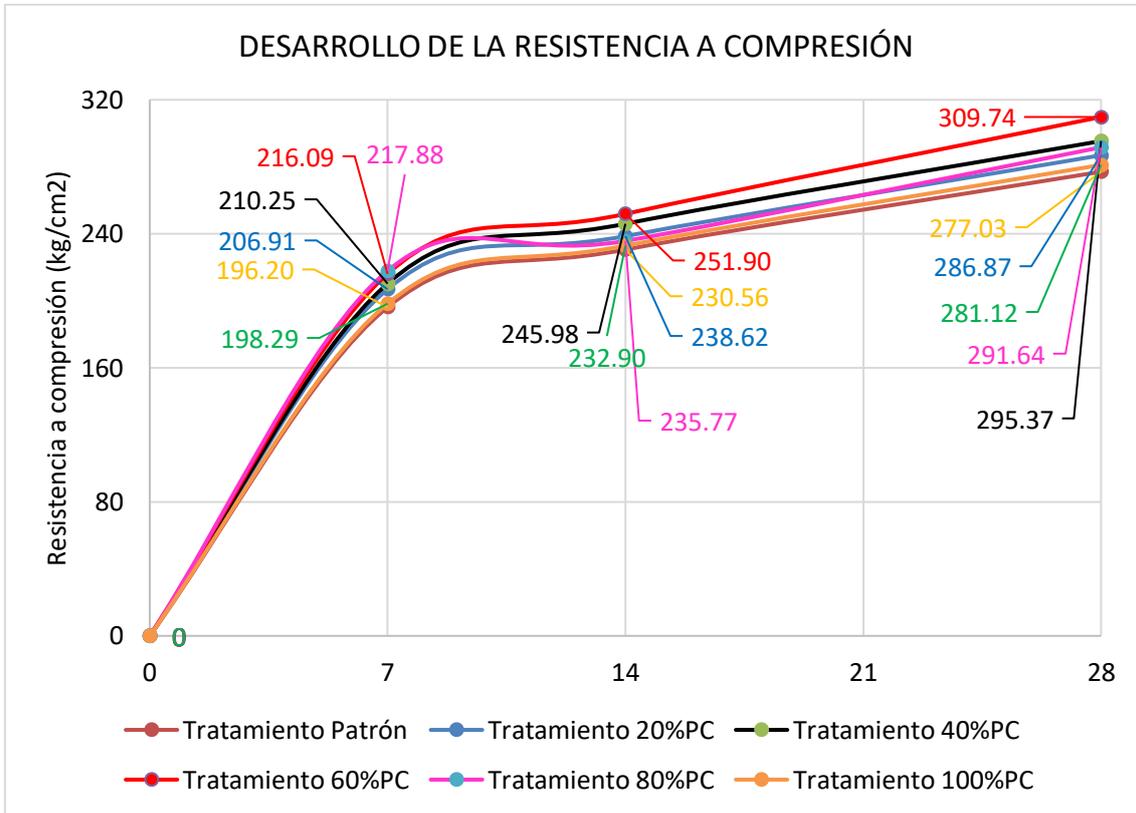
**Tabla 4:** Estándares para el control del concreto para  $f'c \leq 35$  Mpa

Clase de operación	Desviación estándar para los diferentes estándares de control, (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Tandas de ensayo de laboratorio	Menor a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	Mayor a 24.6

*Fuente:* ACI 214-77 (2017)

## CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la resistencia a compresión



**Figura 2:** Desarrollo de la resistencia a compresión a los 7d, 14d y 28d.

**Tabla 5:** Desviación estándar de tratamientos a los 28 d (Contraste Tabla 3)

	I	II	III	IV	V	VI
Tratamiento	Patrón	20%PC	40%PC	60%PC	80%PC	100%PC
Desv. estándar	2.05	2.05	1.35	2.75	1.58	2.49
Estándar	Como son menores a 14.1, todos los resultados son "Excelentes"					

**Tabla 6:** Resistencia a compresión de los tratamientos a los 7d, 14d y 28 d

Edad	Tratamientos					
	Patrón	20%PC	40%PC	60%PC	80%PC	100%PC
7	196.20	206.91	210.25	216.09	217.88	198.29
14	230.56	238.62	245.98	251.90	235.77	232.90
28	277.03	286.87	295.37	309.74	291.64	281.12

**Tabla 7:** Influencia en la resistencia a compresión según tratamientos a 28 d

Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
	Patrón	20%PC	40%PC	60%PC	80%PC	100%PC
Media (kg/cm <sup>2</sup> )	277.03	286.87	295.37	309.74	291.64	281.12
Influencia (%)		+14.75	+18.15	+23.90	+16.66	+12.44

(+) Aumento en la resistencia respecto al tratamiento I.

#### 4.2. Resultados de la resistencia a compresión

De acuerdo con la **tabla 5** que muestra la desviación estándar de los tratamientos y la tabla 3, que muestra los estándares de control para la desviación estándar:

Para todos los tratamientos, la desviación estándar es Excelente ya que están dentro del rango < a 14.1.

Los resultados de la **figura 2** y la **tabla 6**, que muestran las medias de los tratamientos, se analiza que:

A la edad de 7 d, el mínimo valor que se debería obtener de los ensayos de resistencia a compresión para llegar el rango del 70% del  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , para la gráfica, el mínimo valor lo tiene el tratamiento de 100% PC con  $f'c = 198.29 \text{ kg/cm}^2$  y el mayor valor lo tiene el tratamiento de 80%PC con  $f'c = 217.88 \text{ kg/cm}^2$

A la edad de 14 d, el mínimo valor que se debería obtener de los ensayos de resistencia a compresión para llegar el rango del 90% del  $f'c = 225 \text{ kg/cm}^2$ , para la gráfica, el mínimo valor lo tiene el tratamiento de 100% PC con  $f'c = 232.90 \text{ kg/cm}^2$  y el mayor valor lo tiene el tratamiento de 60% PC. con  $f'c = 251.90 \text{ kg/cm}^2$

A la edad de 28 d, el mínimo valor que se debería obtener de los ensayos de resistencia a compresión para llegar el rango del 100% del  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , para la gráfica, el mínimo valor lo tiene el tratamiento de 100% PC con  $f'c = 281.12 \text{ kg/cm}^2$  y el mayor valor lo tiene el tratamiento de 60% PC con  $f'c = 309.74 \text{ kg/cm}^2$

La **tabla 7**, muestra que respecto al tratamiento patrón I, hubo influencia en la Resistencia a compresión, en los tratamientos de reemplazo I, II, III, IV, V; con un aumento de 14.75%; 18.15%, 23.90%, 16.66% y 12.44% respectivamente a los 28 d., señalando que todos los tratamientos superaron el  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  de diseño.

### 4.3. Contraste de la hipótesis

Aunque todos nuestros tratamientos tuvieron un aumento en la resistencia a compresión respecto al  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  (de diseño), al ser la hipótesis: “El reemplazo del agregado grueso por agregado anguloso influye en el aumento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  en más de 20%”, se rechaza la hipótesis, ya que solo el tratamiento IV aumentó en 23.90%, siendo el único que superó el 20% propuesto en la hipótesis.

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- La influencia del reemplazo del agregado grueso por agregado anguloso en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, si aumenta la resistencia a compresión.
- La influencia del reemplazo del 20% de agregado grueso por 20% de agregado anguloso en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, aumenta la resistencia a compresión en 14.75%
- La influencia del reemplazo del 40% de agregado grueso por 40% de agregado anguloso en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, aumenta la resistencia a compresión en 18.15%
- La influencia del reemplazo del 60% de agregado grueso por 60% de agregado anguloso en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, aumenta la resistencia a compresión en 23.90%
- La influencia del reemplazo del 80% de agregado grueso por 80% de agregado anguloso en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, aumenta la resistencia a compresión en 16.66%
- La influencia del reemplazo del 100% de agregado grueso por 100% de agregado anguloso en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, aumenta la resistencia a compresión en 12.44%

## 5.2. RECOMENDACIONES

- En futuras investigaciones se recomienda utilizar diferentes  $f_c$  de diseños.
- Es recomendable utilizar como base el tratamiento de reemplazo del 60% de agregado anguloso en 60% de agregado grueso, para evaluar otros porcentajes de reemplazo y su influencia en la resistencia a compresión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 214 RS-11. (2017). Guía para la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto.
- Cemex (2019, 19 de junio). Hablando de cementos Portland <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>
- Chan, J.L.; Solís, R. y Carcaño, E.I. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Redalyc.org*. Ingeniería 7-2 (2003) 39-46
- Concrelab (2024). Diferentes tipos de concretos y sus usos. <https://www.concrelab.com/los-diferentes-tipos-de-concreto-y-sus-usos/>
- Contreras, W.A. (2014). Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén – Cajamarca, [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
- Guillén, L.F. y Llerena, I.M. (2020). Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto. [tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP
- INACAL. (2020, 26 de noviembre) NTP 400.019:2014 (revisada el 2019) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Lima, Perú.
- INACAL. (2019, 28 de junio). NTP 339.088:2014 CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. Lima, Perú.
- INACAL. (2018, 30 de enero). NTP 400.037:2018 AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. Lima, Perú.

- INACAL. (2018, 27 de junio). NTP 400.021:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Lima, Perú.
- INACAL. (2018, 27 de junio). NTP 400.012:2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú.
- INACAL. (2018, 13 de julio). NTP 339.183:2013 CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Lima, Perú.
- INACAL. (2018, 26 de diciembre). NTP 339.046:2013 Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. Lima, Perú.
- INACAL. (2018, 12 de diciembre). NTP 400.018:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados. Lima, Perú.
- INACAL. (2018, 27 de junio). NTP 339.185:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados pro secado. Lima, Perú.
- INACAL. (2016, 02 de agosto). NTP 400.017:2011 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lima, Perú.
- INACAL. (2015, 22 de diciembre). NTP 339.034:2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima, Perú.
- Loza, S.S. y Machacca R.S. (2022). Estudio de la influencia del tipo de cemento y granulometrías de agregado fino y grueso en las propiedades físicas y mecánicas de pavimento de concreto hidráulico poroso en la ciudad de Arequipa. [tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental

- Mollo, B. A. y Rosas J. L. (2019). Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. [tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA
- Morales, D.M. (2017). Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto para  $F'c= 250$ kg/cm<sup>2</sup>, [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
- Norma E.060 (2022). Concreto Armado
- Osorio, J.D. (2024). Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión <https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/>
- Pavement (2024). Angularidad del agregado grueso. <https://pavementinteractive.org/reference-desk/testing/aggregate-tests/coarse-aggregate-angularity/>
- Raico, I.E. (2019). Influencia de la combinación de agregados en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>, [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
- Silva, J.R. (2023). Influencia del agua subterránea y del agregado de río en las propiedades del concreto para su utilización en obras de edificaciones en el distrito de Olmos-2021. [tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio USAT
- Torres-Ortega, R. y Saba M. (2023). Incidencia de las propiedades físicas de agregados calizos y silíceos en el comportamiento mecánico de los concretos hidráulicos. Ing-Nova, vol. 2, no. 2, pp. 69- 88, Jul. 2023. <https://doi.org/10.32997/rin2023-4143>

## APÉNDICE I: FICHAS DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

- TRATAMIENTO I: Mezcla con dosificación de 100% de grava, a los 7 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	7	100G - 01	348.07	35493.39	250	15.20	195.60	78.24%
2	7	100G - 02	345.87	35269.06	250	15.15	195.65	78.26%
3	7	100G - 03	341.48	34821.40	250	15.20	191.90	76.76%
4	7	100G - 04	345.85	35267.02	250	15.21	194.10	77.64%
5	7	100G - 05	350.25	35715.69	250	15.20	196.83	78.73%
6	7	100G - 06	354.61	36160.29	250	15.20	199.28	79.71%
7	7	100G - 07	352.41	35935.95	250	15.15	199.35	79.74%
8	7	100G - 08	348.07	35493.39	250	15.20	195.60	78.24%
9	7	100G - 09	348.62	35549.48	250	15.21	195.65	78.26%
10	7	100G - 10	352.43	35937.99	250	15.20	198.05	79.22%

- TRATAMIENTO I: Mezcla con dosificación de 100% de grava, a los 14 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	14	100G - 11	407.16	41518.92	250	15.20	228.81	91.52%
2	14	100G - 12	407.15	41517.90	250	15.22	228.20	91.28%
3	14	100G - 13	411.53	41964.54	250	15.23	230.35	92.14%
4	14	100G - 14	409.34	41741.22	250	15.24	228.83	91.53%
5	14	100G - 15	402.79	41073.30	250	15.19	226.65	90.66%
6	14	100G - 16	411.54	41965.56	250	15.19	231.57	92.63%
7	14	100G - 17	413.71	42186.84	250	15.18	233.10	93.24%
8	14	100G - 18	418.09	42633.47	250	15.20	234.95	93.98%
9	14	100G - 19	413.71	42186.84	250	15.22	231.88	92.75%
10	14	100G - 20	413.72	42187.86	250	15.24	231.27	92.51%

- TRATAMIENTO I: Mezcla con dosificación de 100% de grava, a los 28 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	28	100G - 21	485.93	49551.25	250	15.2	273.07	109.23%
2	28	100G - 22	494.71	50446.57	250	15.22	277.28	110.91%
3	28	100G - 23	499.09	50893.21	250	15.21	280.10	112.04%
4	28	100G - 24	496.88	50667.85	250	15.2	279.23	111.69%
5	28	100G - 25	490.32	49998.91	250	15.19	275.90	110.36%
6	28	100G - 26	492.53	50224.27	250	15.17	277.88	111.15%
7	28	100G - 27	492.51	50222.23	250	15.18	277.50	111.00%
8	28	100G - 28	496.88	50667.85	250	15.23	278.13	111.25%
9	28	100G - 29	490.32	49998.91	250	15.21	275.18	110.07%
10	28	100G - 30	492.52	50223.25	250	15.22	276.05	110.42%

- TRATAMIENTO II: Mezcla con dosificación de 20% de piedra chancada más 80% de grava, a los 7 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	7	20C - 80G - 01	365.55	37275.86	250	15.20	205.42	82.17%
2	7	20C - 80G - 02	363.37	37053.57	250	15.20	204.20	81.68%
3	7	20C - 80G - 03	359.01	36608.97	250	15.20	201.75	80.70%
4	7	20C - 80G - 04	372.14	37947.86	250	15.20	209.13	83.65%
5	7	20C - 80G - 05	367.73	37498.16	250	15.20	206.65	82.66%
6	7	20C - 80G - 06	372.14	37947.86	250	15.20	209.13	83.65%
7	7	20C - 80G - 07	369.96	37725.56	250	15.20	207.90	83.16%
8	7	20C - 80G - 08	374.32	38170.16	250	15.20	210.35	84.14%
9	7	20C - 80G - 09	367.73	37498.16	250	15.20	206.65	82.66%
10	7	20C - 80G - 10	369.96	37725.56	250	15.20	207.90	83.16%

- TRATAMIENTO II: Mezcla con dosificación de 20% de piedra chancada más 80% de grava, a los 14 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	14	20C - 80G - 11	424.68	43305.47	250	15.20	238.65	95.46%
2	14	20C - 80G - 12	419.11	42737.48	250	15.12	238.02	95.21%
3	14	20C - 80G - 13	420.28	42856.79	250	15.23	235.25	94.10%
4	14	20C - 80G - 14	426.87	43528.79	250	15.24	238.63	95.45%
5	14	20C - 80G - 15	406.08	41408.79	250	15.19	228.50	91.40%
6	14	20C - 80G - 16	420.3	42858.83	250	15.19	236.50	94.60%
7	14	20C - 80G - 17	431.24	43974.41	250	15.18	242.98	97.19%
8	14	20C - 80G - 18	435.8	44439.40	250	15.20	244.90	97.96%
9	14	20C - 80G - 19	431.24	43974.41	250	15.22	241.70	96.68%
10	14	20C - 80G - 20	431.21	43971.35	250	15.24	241.05	96.42%

- TRATAMIENTO II: Mezcla con dosificación de 20% de piedra chancada más 80% de grava, a los 28 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	28	20C - 80G - 21	503.46	51338.82	250	15.2	282.92	113.17%
2	28	20C - 80G - 22	512.22	52232.10	250	15.22	287.09	114.84%
3	28	20C - 80G - 23	516.6	52678.74	250	15.21	289.93	115.97%
4	28	20C - 80G - 24	514.41	52455.42	250	15.2	289.08	115.63%
5	28	20C - 80G - 25	507.84	51785.46	250	15.19	285.76	114.30%
6	28	20C - 80G - 26	510.03	52008.78	250	15.17	287.75	115.10%
7	28	20C - 80G - 27	510.03	52008.78	250	15.18	287.37	114.95%
8	28	20C - 80G - 28	514.41	52455.42	250	15.23	287.94	115.18%
9	28	20C - 80G - 29	507.84	51785.46	250	15.21	285.01	114.00%
10	28	20C - 80G - 30	510.03	52008.78	250	15.22	285.86	114.35%

- TRATAMIENTO III: Mezcla con dosificación de 40% de piedra chancada más 60% de grava, a los 7 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	7	40G - 60C - 01	372.13	37946.84	250	15.10	211.90	84.76%
2	7	40G - 60C - 02	369.94	37723.52	250	15.10	210.65	84.26%
3	7	40G - 60C - 03	372.13	37946.84	250	15.10	211.90	84.76%
4	7	40G - 60C - 04	372.13	37946.84	250	15.00	214.74	85.89%
5	7	40G - 60C - 05	365.56	37276.88	250	15.05	209.54	83.82%
6	7	40G - 60C - 06	367.75	37500.20	250	15.05	210.80	84.32%
7	7	40G - 60C - 07	367.75	37500.20	250	15.15	208.03	83.21%
8	7	40G - 60C - 08	369.94	37723.52	250	15.20	207.89	83.16%
9	7	40G - 60C - 09	369.94	37723.52	250	15.20	207.89	83.16%
10	7	40G - 60C - 10	372.13	37946.84	250	15.20	209.12	83.65%

- TRATAMIENTO III: Mezcla con dosificación de 40% de piedra chancada más 60% de grava, a los 14 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	14	40G - 60C - 11	437.79	44642.32	250	15.22	245.37	98.15%
2	14	40G - 60C - 12	439.98	44865.64	250	15.2	247.25	98.90%
3	14	40G - 60C - 13	444.36	45312.28	250	15.22	249.06	99.62%
4	14	40G - 60C - 14	437.79	44642.32	250	15.24	244.73	97.89%
5	14	40G - 60C - 15	437.80	44643.34	250	15.2	246.03	98.41%
6	14	40G - 60C - 16	442.18	45089.98	250	15.19	248.81	99.53%
7	14	40G - 60C - 17	437.79	44642.32	250	15.16	247.32	98.93%
8	14	40G - 60C - 18	439.98	44865.64	250	15.44	239.62	95.85%
9	14	40G - 60C - 19	437.79	44642.32	250	15.22	245.37	98.15%
10	14	40G - 60C - 20	439.98	44865.64	250	15.23	246.28	98.51%

- TRATAMIENTO III: Mezcla con dosificación de 40% de piedra chancada más 60% de grava, a los 28 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	28	40G - 60C - 21	525.35	53570.9902	250	15.2	295.2247116	118.09%
2	28	40G - 60C - 22	520.98	53125.37256	250	15.2	292.7689545	117.11%
3	28	40G - 60C - 23	525.35	53570.9902	250	15.2	295.2247116	118.09%
4	28	40G - 60C - 24	523.16	53347.67152	250	15.15	295.9377801	118.38%
5	28	40G - 60C - 25	529.73	54017.62756	250	15.21	297.2947822	118.92%
6	28	40G - 60C - 26	525.35	53570.9902	250	15.17	296.3935315	118.56%
7	28	40G - 60C - 27	520.97	53124.35284	250	15.18	293.535288	117.41%
8	28	40G - 60C - 28	525.35	53570.9902	250	15.19	295.6135488	118.25%
9	28	40G - 60C - 29	525.35	53570.9902	250	15.2	295.2247116	118.09%
10	28	40G - 60C - 30	527.54	53794.30888	250	15.2	296.4553999	118.58%

- TRATAMIENTO IV: Mezcla con dosificación de 60% de piedra chancada más 40% de grava, a los 7 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	7	60C - 40G - 01	380.88	38839.10	250	15.1	216.88	86.75%
2	7	60C - 40G - 02	378.69	38615.78	250	15.11	215.35	86.14%
3	7	60C - 40G - 03	380.89	38840.12	250	15.12	216.32	86.53%
4	7	60C - 40G - 04	380.87	38838.08	250	15.02	219.19	87.68%
5	7	60C - 40G - 05	383.08	39063.43	250	15.06	219.30	87.72%
6	7	60C - 40G - 06	380.89	38840.12	250	15.05	218.33	87.33%
7	7	60C - 40G - 07	383.08	39063.43	250	15.15	216.70	86.68%
8	7	60C - 40G - 08	378.69	38615.78	250	15.22	212.25	84.90%
9	7	60C - 40G - 09	378.69	38615.78	250	15.21	212.53	85.01%
10	7	60C - 40G - 10	380.87	38838.08	250	15.2	214.03	85.61%

- TRATAMIENTO IV: Mezcla con dosificación de 60% de piedra chancada más 40% de grava, a los 14 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	14	60C - 40G - 11	446.55	45535.60	250	15.23	249.95	99.98%
2	14	60C - 40G - 12	450.93	45982.23	250	15.21	253.07	101.23%
3	14	60C - 40G - 13	455.30	46427.85	250	15.22	255.19	102.08%
4	14	60C - 40G - 14	450.92	45981.21	250	15.24	252.07	100.83%
5	14	60C - 40G - 15	446.56	45536.62	250	15.2	250.95	100.38%
6	14	60C - 40G - 16	450.94	45983.25	250	15.19	253.74	101.50%
7	14	60C - 40G - 17	446.55	45535.60	250	15.16	252.27	100.91%
8	14	60C - 40G - 18	446.55	45535.60	250	15.23	249.95	99.98%
9	14	60C - 40G - 19	446.55	45535.60	250	15.22	250.28	100.11%
10	14	60C - 40G - 20	448.74	45758.92	250	15.22	251.51	100.60%

- TRATAMIENTO IV: Mezcla con dosificación de 60% de piedra chancada más 40% de grava, a los 28 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	28	60C - 40G - 21	551.63	56250.81	250	15.2	309.9929716	124.00%
2	28	60C - 40G - 22	558.19	56919.75	250	15.2	313.6794171	125.47%
3	28	60C - 40G - 23	547.24	55803.16	250	15.2	307.5259754	123.01%
4	28	60C - 40G - 24	545.05	55579.84	250	15.15	308.3203743	123.33%
5	28	60C - 40G - 25	549.43	56026.48	250	15.21	308.3508055	123.34%
6	28	60C - 40G - 26	545.05	55579.84	250	15.17	307.5079363	123.00%
7	28	60C - 40G - 27	542.86	55356.52	250	15.16	306.6765621	122.67%
8	28	60C - 40G - 28	551.63	56250.81	250	15.22	309.1788079	123.67%
9	28	60C - 40G - 29	560.38	57143.07	250	15.2	314.9101054	125.96%
10	28	60C - 40G - 30	553.80	56472.09	250	15.2	311.2124208	124.48%

- TRATAMIENTO V: Mezcla con dosificación de 80% de piedra chancada más 20% de grava, a los 7 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	7	80C - 20G - 01	654.61	66751.89	250	15.1	372.75	149.10%
2	7	80C - 20G - 02	352.53	35948.19	250	15.1	200.74	80.30%
3	7	80C - 20G - 03	354.61	36160.29	250	15.1	201.92	80.77%
4	7	80C - 20G - 04	354.61	36160.29	250	15	204.63	81.85%
5	7	80C - 20G - 05	356.80	36383.61	250	15.05	204.52	81.81%
6	7	80C - 20G - 06	350.24	35714.67	250	15.05	200.76	80.31%
7	7	80C - 20G - 07	350.24	35714.67	250	15.15	198.12	79.25%
8	7	80C - 20G - 08	352.43	35937.99	250	15.2	198.05	79.22%
9	7	80C - 20G - 09	352.43	35937.99	250	15.2	198.05	79.22%
10	7	80C - 20G - 10	354.61	36160.29	250	15.2	199.28	79.71%

- TRATAMIENTO V: Mezcla con dosificación de 80% de piedra chancada más 20% de grava, a los 14 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	14	80C - 20G - 11	420.29	42857.81	250	15.22	235.57	94.23%
2	14	80C - 20G - 12	420.28	42856.79	250	15.2	236.18	94.47%
3	14	80C - 20G - 13	415.90	42410.15	250	15.22	233.10	93.24%
4	14	80C - 20G - 14	425.10	43348.30	250	15.24	237.64	95.05%
5	14	80C - 20G - 15	420.28	42856.79	250	15.2	236.18	94.47%
6	14	80C - 20G - 16	424.66	43303.43	250	15.19	238.96	95.58%
7	14	80C - 20G - 17	420.28	42856.79	250	15.16	237.43	94.97%
8	14	80C - 20G - 18	420.28	42856.79	250	15.2	236.18	94.47%
9	14	80C - 20G - 19	415.90	42410.15	250	15.21	233.41	93.36%
10	14	80C - 20G - 20	415.90	42410.15	250	15.22	233.10	93.24%

- TRATAMIENTO V: Mezcla con dosificación de 80% de piedra chancada más 20% de grava, a los 28 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	28	80C - 20G - 21	516.59	52677.72	250	15.2	290.30	116.12%
2	28	80C - 20G - 22	520.98	53125.37	250	15.2	292.77	117.11%
3	28	80C - 20G - 23	516.59	52677.72	250	15.2	290.30	116.12%
4	28	80C - 20G - 24	520.98	53125.37	250	15.15	294.70	117.88%
5	28	80C - 20G - 25	520.98	53125.37	250	15.21	292.38	116.95%
6	28	80C - 20G - 26	516.60	52678.74	250	15.17	291.46	116.58%
7	28	80C - 20G - 27	516.60	52678.74	250	15.16	291.84	116.74%
8	28	80C - 20G - 28	516.60	52678.74	250	15.22	289.55	115.82%
9	28	80C - 20G - 29	516.59	52677.72	250	15.2	290.30	116.12%
10	28	80C - 20G - 30	520.98	53125.37	250	15.2	292.77	117.11%

- TRATAMIENTO VI: Mezcla con dosificación de 100% de piedra chancada, a los 7 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	7	100C - 01	350.24	35714.67	250	15.20	196.82	78.73%
2	7	100C - 02	352.42	35936.97	250	15.20	198.05	79.22%
3	7	100C - 03	354.62	36161.31	250	15.15	200.60	80.24%
4	7	100C - 04	354.61	36160.29	250	15.20	199.28	79.71%
5	7	100C - 05	356.80	36383.61	250	15.20	200.51	80.20%
6	7	100C - 06	350.24	35714.67	250	15.20	196.82	78.73%
7	7	100C - 07	350.24	35714.67	250	15.17	197.60	79.04%
8	7	100C - 08	352.42	35936.97	250	15.22	197.53	79.01%
9	7	100C - 09	352.42	35936.97	250	15.23	197.27	78.91%
10	7	100C - 10	354.61	36160.29	250	15.23	198.49	79.40%

- TRATAMIENTO VI: Mezcla con dosificación de 100% de piedra chancada, a los 14 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	14	100C - 11	407.15	41517.90	250	15.17	229.71	91.88%
2	14	100C - 12	418.10	42634.49	250	15.2	234.95	93.98%
3	14	100C - 13	424.65	43302.41	250	15.12	241.17	96.47%
4	14	100C - 14	407.59	41562.77	250	15.15	230.56	92.23%
5	14	100C - 15	398.40	40625.64	250	15.17	224.77	89.91%
6	14	100C - 16	424.66	43303.43	250	15.14	240.54	96.21%
7	14	100C - 17	399.27	40714.36	250	15.2	224.37	89.75%
8	14	100C - 18	420.28	42856.79	250	15.17	237.11	94.85%
9	14	100C - 19	409.78	41786.09	250	15.18	230.89	92.35%
10	14	100C - 20	415.90	42410.15	250	15.16	234.95	93.98%

- TRATAMIENTO VI: Mezcla con dosificación de 100% de piedra chancada, a los 28 días

### FICHA DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Tesis: INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$

Tesisista: Juan Llacmotanta Marchena

Asesor: Ing. Lucio Sifuentes Inostroza

Datos para el cálculo de la resistencia a compresión de cada probeta (ASTMC39/NTP 339.034)

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (kg)	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO
1	28	100C - 21	499.08	50892.19	250	15.2	280.46	112.18%
2	28	100C - 22	494.71	50446.57	250	15.2	278.01	111.20%
3	28	100C - 23	494.71	50446.57	250	15.2	278.01	111.20%
4	28	100C - 24	496.90	50669.89	250	15.15	281.08	112.43%
5	28	100C - 25	496.89	50668.87	250	15.21	278.86	111.55%
6	28	100C - 26	503.46	51338.82	250	15.19	283.30	113.32%
7	28	100C - 27	499.09	50893.21	250	15.17	281.58	112.63%
8	28	100C - 28	499.09	50893.21	250	15.17	281.58	112.63%
9	28	100C - 29	499.09	50893.21	250	15.15	282.32	112.93%
10	28	100C - 30	505.66	51563.16	250	15.15	286.04	114.42%

## APÉNDICE II: FOTOGRAFÍAS



**Figura 3:** *Uso de los agregados de la cantera “Aguilar”*



**Figura 4:** *Tesista realizando el ensayo de peso específico del A.F.*



Figura 5: Tesista realizando el ensayo de peso específico del A.F.



Figura 6: Ensayo de Resistencia a compresión a 7 d. para probetas patrón

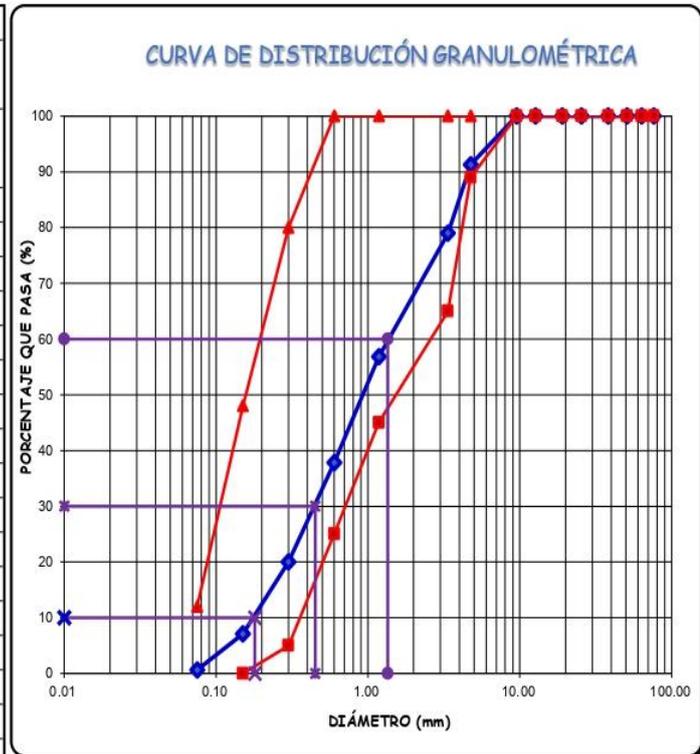
# ANEXO I: PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 990291809 / RUC. 20402101488  
TEL. 07422219

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012/AASHTO T- 27/ MTC E 202

Peso Seco Inicial =		2235.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		14.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	195	8.72	8.72	91.28
N°8	3.36	275	12.30	21.03	78.97
N 16	1.18	495	22.15	43.18	56.82
N 30	0.60	425	19.02	62.19	37.81
N 50	0.30	398	17.81	80.00	20.00
N 100	0.15	288	12.89	92.89	7.11
N 200	0.075	145	6.49	99.37	0.63
Cazoleta	--	14	0.63	100.00	0.00
TOTAL		2235.0			
MÓDULO DE FINURA =		3.080			



D60 =	1.35	D30 =	0.45	D10 =	0.18
Cu =	7.50	Cc =	0.83		

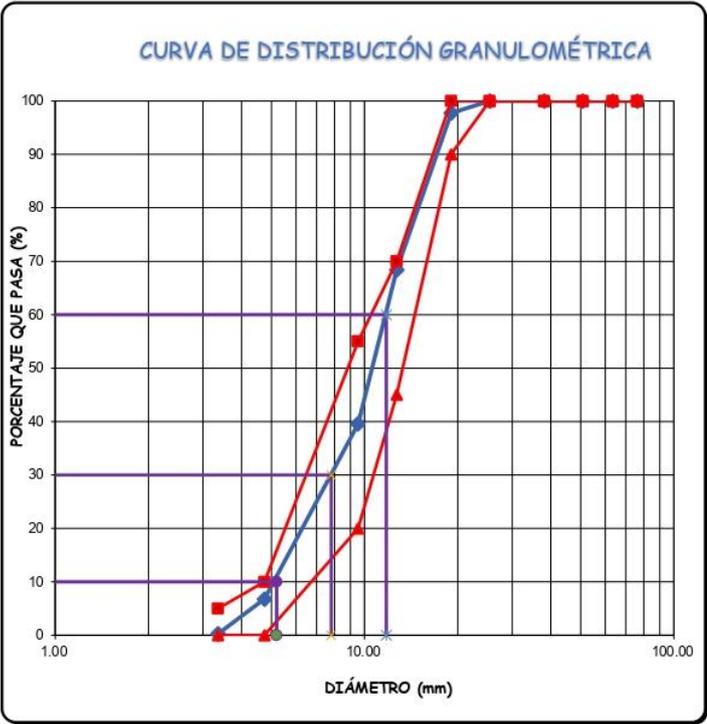
**OBSERVACIONES:**

LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE EL HUSO GRANULOMÉTRICO "M" DE LA NORMA N.T.P. 400.037 - ATMC-33

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO ESTUDIADO ES DE 3.080.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202**

Peso Seco Inicial =		8000.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		22.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	180	2.25	2.25	97.75
½"	12.70	2348	29.35	31.60	68.40
3/8"	9.53	2307	28.84	60.44	39.56
N°4	4.75	2621	32.76	93.20	6.80
N°8	3.36	522	6.53	99.73	0.27
N 16	1.18	0.00	0.00	99.73	0.27
N 30	0.60	0.00	0.00	99.73	0.27
N 50	0.30	0.00	0.00	99.73	0.27
N 100	0.15	0.00	0.00	99.73	0.27
N 200	0.075	0.00	0.00	99.73	0.27
Cazoleta	--	22	0.28	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.545			



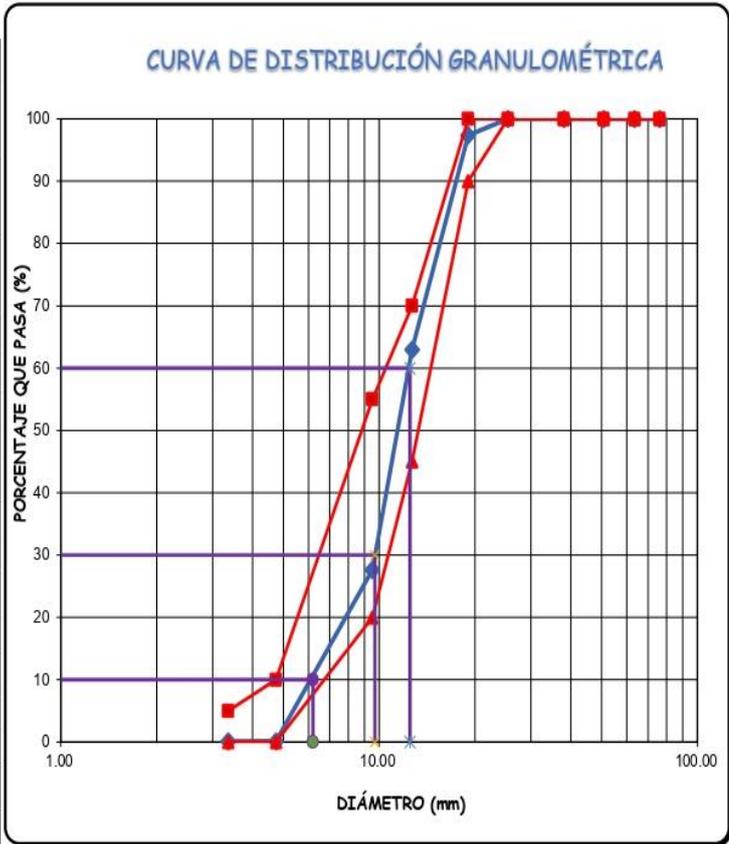
D60 =	13.00	D30 =	7.80	D10 =	5.20
Cu =	2.50	Cc =	0.90		

**OBSERVACIONES:** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.545.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202

Peso Seco Inicial =		8000.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		9.00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	210	2.63	2.63	97.38
1/2"	12.70	2753	34.41	37.04	62.96
3/8"	9.53	2827	35.34	72.38	27.63
N°4	4.75	2201	27.51	99.89	0.11
N°8	3.36	0	0.00	99.89	0.11
N 16	1.18	0	0.00	99.89	0.11
N 30	0.60	0	0.00	99.89	0.11
N 50	0.30	0	0.00	99.89	0.11
N 100	0.15	0	0.00	99.89	0.11
N 200	0.075	0	0.00	99.89	0.11
Cazoleta	--	9	0.11	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.743			



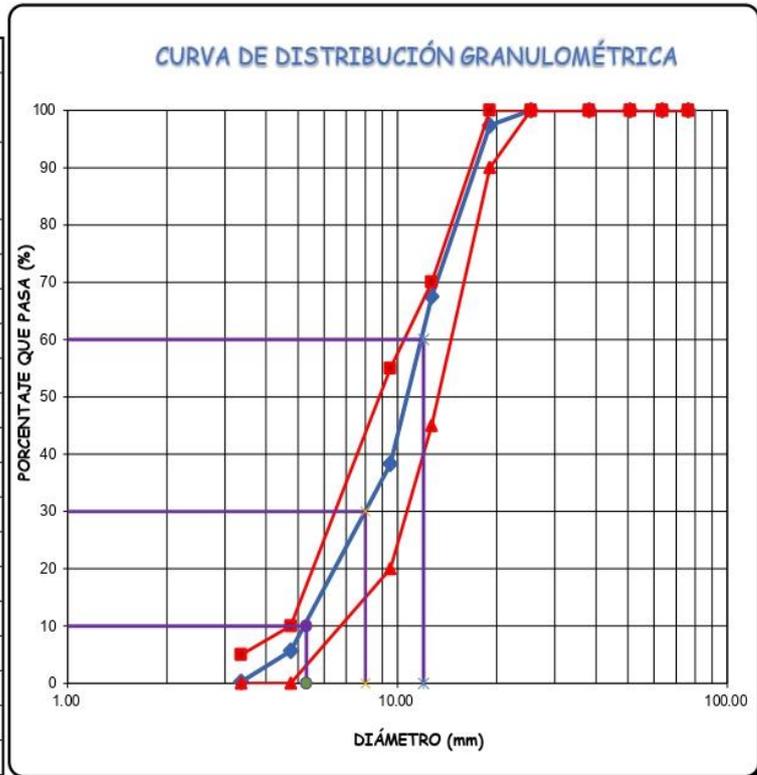
**OBSERVACIONES:**

LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.743.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202 - 80% PIEDRA CHANCADA Y 20% GRAVA**

Peso Seco Inicial =		8000.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		22.00			
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	211	2.64	2.64	97.36
½"	12.70	2391	29.89	32.53	67.48
3/8"	9.53	2333	29.16	61.69	38.31
N°4	4.75	2612	32.65	94.34	5.66
N°8	3.36	431	5.39	99.73	0.27
N 16	1.18	0	0.00	99.73	0.27
N 30	0.60	0	0.00	99.73	0.27
N 50	0.30	0	0.00	99.73	0.27
N 100	0.15	0	0.00	99.73	0.27
N 200	0.075	0	0.00	99.73	0.27
Cazoleta	--	22	0.28	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.573			



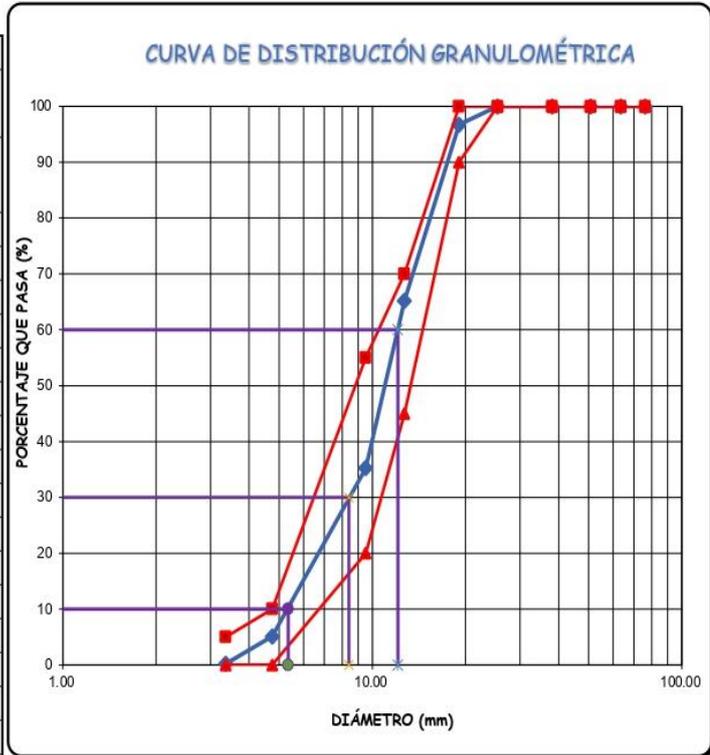
D60 =	13.00	D30 =	8.00	D10 =	5.30
Cu =	2.45	Cc =	0.93		

OBSERVACION: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.573.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202 - 60% PIEDRA CHANCADA Y 40% GRAVA**

Peso Seco Inicial =		8000.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		17.00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	263	3.29	3.29	96.71
½"	12.70	2522	31.53	34.81	65.19
3/8"	9.53	2395	29.94	64.75	35.25
N°4	4.75	2411	30.14	94.89	5.11
N°8	3.36	392	4.90	99.79	0.21
N 16	1.18	0	0.00	99.79	0.21
N 30	0.60	0	0.00	99.79	0.21
N 50	0.30	0	0.00	99.79	0.21
N 100	0.15	0	0.00	99.79	0.21
N 200	0.075	0	0.00	99.79	0.21
Cazoleta	--	17	0.21	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.619			



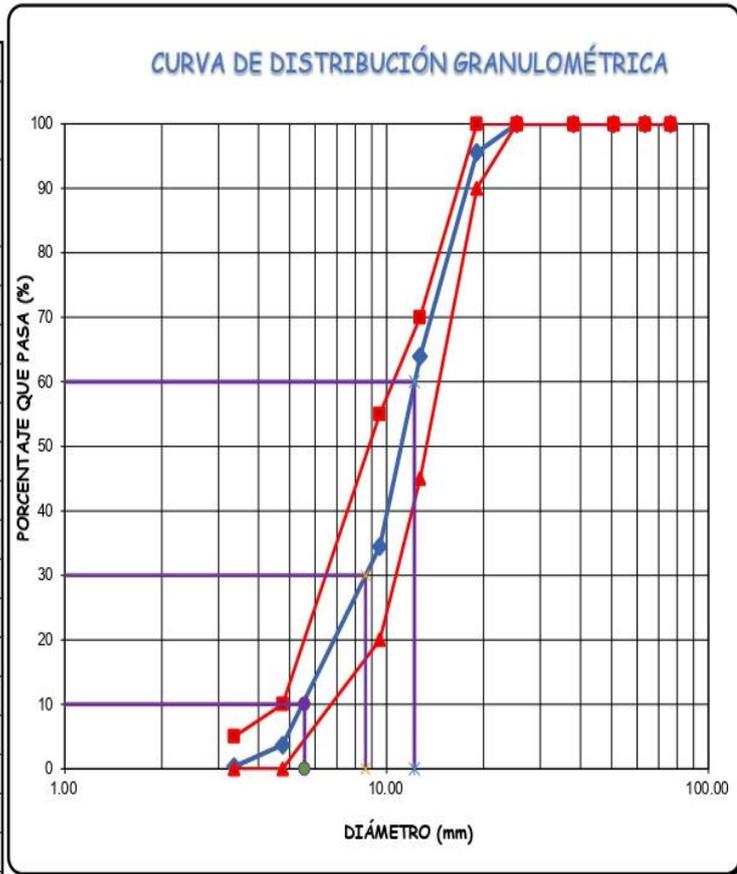
D60 =	13.00	D30 =	8.40	D10 =	5.35
Cu =	2.43	Cc =	1.01		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.619.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202 - 40% PIEDRA CHANCADA Y 60% GRAVA**

Peso Seco Inicial =		8000.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		27.00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	354	4.43	4.43	95.58
½"	12.70	2533	31.66	36.09	63.91
3/8"	9.53	2355	29.44	65.53	34.48
N°4	4.75	2463	30.79	96.31	3.69
N°8	3.36	268	3.35	99.66	0.34
N 16	1.18	0	0.00	99.66	0.34
N 30	0.60	0	0.00	99.66	0.34
N 50	0.30	0	0.00	99.66	0.34
N 100	0.15	0	0.00	99.66	0.34
N 200	0.075	0	0.00	99.66	0.34
Cazoleta	--	27	0.34	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.646			



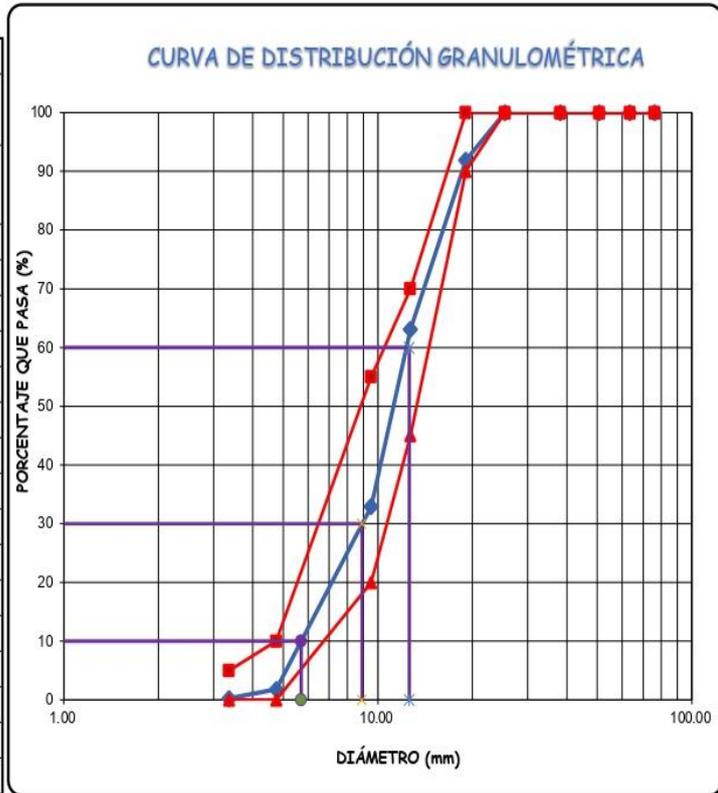
D60 =	13.00	D30 =	8.60	D10 =	5.56
Cu =	2.34	Cc =	1.02		

OBSERVACION: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.646.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202 - 20% PIEDRA CHANCADA Y 80% GRAVA**

Peso Seco Inicial =		8000.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		21.00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	648	8.10	8.10	91.90
½"	12.70	2305	28.81	36.91	63.09
3/8"	9.53	2414	30.18	67.09	32.91
N°4	4.75	2490	31.13	98.21	1.79
N°8	3.36	122	1.53	99.74	0.26
N 16	1.18	0	0.00	99.74	0.26
N 30	0.60	0	0.00	99.74	0.26
N 50	0.30	0	0.00	99.74	0.26
N 100	0.15	0	0.00	99.74	0.26
N 200	0.075	0	0.00	99.74	0.26
Cazoleta	--	21	0.26	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.721			



D60 =	13.00	D30 =	8.90	D10 =	5.70
Cu =	2.28	Cc =	1.07		

**OBSERVACIONES:** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.721.

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f_c = 250\text{kg/cm}^2$ "

## 1. Superficie específica de los agregados

### 1.1 Superficie específica del agregado fino.

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Dímetros medios (cm)	s
4	4.75 mm	195	8.725	0.713	12.237
8	2.36 mm	275	12.304	0.356	34.563
16	1.18 mm	495	22.148	0.177	125.128
30	0.60 mm	425	19.016	0.089	213.659
50	0.30 mm	398	17.808	0.045	395.725
100	0.15 mm	288	12.886	0.023	560.257
200	0.075 mm	145	6.488	0.011	589.791
Cazoleta	--	14	0.626	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>2235</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 44.155</b>					

### 1.2 Superficie específica del agregado grueso (100% de piedra chancada).

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Dímetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	180	2.250	2.2	1.023
1/2"	12.50 mm	2348	29.350	1.575	18.635
3/8"	9.50 mm	2307	28.838	1.1	26.216
4	4.75 mm	2621	32.763	0.713	45.950
8	2.36 mm	522	6.525	0.356	18.329
Cazoleta	--	22	0.275	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>8000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.518</b>					

### 1.3 Superficie específica agregado grueso (100% de grava de río).

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Dímetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	210	2.625	2.2	1.193
1/2"	12.50 mm	2753	34.413	1.575	21.849
3/8"	9.50 mm	2827	35.338	1.1	32.125
4	4.75 mm	2201	27.513	0.713	38.587
Cazoleta	--	9	0.113	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>8000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.143</b>					

### 1.4 Superficie específica del A.G (20% de grava de río más 80% de piedra chancada)

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Dímetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	211	2.638	2.2	1.199
1/2"	12.50 mm	2391	29.888	1.575	18.976
3/8"	9.50 mm	2333	29.163	1.1	26.511
4	4.75 mm	2612	32.650	0.713	45.792
8	2.36 mm	431	5.388	0.356	15.133
Cazoleta	--	22	0.275	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>8000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.460</b>					

**1.5 Superficie específica del A.G (40% de grava de río más 60% de piedra chancada)**

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	263	3.288	2.2	1.494
1/2"	12.50 mm	2522	31.525	1.575	20.016
3/8"	9.50 mm	2395	29.938	1.1	27.216
4	4.75 mm	2411	30.138	0.713	42.269
8	2.36 mm	392	4.900	0.356	13.764
Cazoleta	--	17	0.213	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>8000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.395</b>					

**1.6 Superficie específica del A.G (60% de grava de río más 40% de piedra chancada).**

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	354	4.425	2.2	2.011
1/2"	12.50 mm	2533	31.663	1.575	20.103
3/8"	9.50 mm	2355	29.438	1.1	26.761
4	4.75 mm	2463	30.788	0.713	43.180
8	2.36 mm	268	3.350	0.356	9.410
Cazoleta	--	27	0.338	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>8000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.320</b>					

**1.7 Superficie específica del A.G (80% de grava de río más 20% de piedra chancada).**

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	648	8.100	2.2	3.682
1/2"	12.50 mm	2305	28.813	1.575	18.294
3/8"	9.50 mm	2414	30.175	1.1	27.432
4	4.75 mm	2490	31.125	0.713	43.654
8	2.36 mm	122	1.525	0.356	4.284
Cazoleta	--	21	0.263	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>8000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.226</b>					

## 2. Peso específico y absorción de los agregados.

### 2.1. Agregado fino (NTP 400.022, ASTM C-128.)

#### 2.1.1. Peso específico del agregado fino.

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de fiola (g)	151	151	151
Peso de la fola + agua hasta menisco (g)	649.7	649.7	649.7
peso de la fiola + agua + muestra (g)	961	961.2	961.3
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500	500	500
Peso de la muestra secada al horno (g)	494.45	494.76	494.25
volumen de agua añadida al frasco (g)	310	310.2	310.3
Peso Especifico de Masa ( $g/cm^3$ )	2.602	2.607	2.605
Peso Especifico de Masa sss ( $g/cm^3$ )	2.632	2.634	2.636
Peso Especifico de Aparente ( $g/cm^3$ )	2.681	2.681	2.687
<b>Promedio Peso Especifico de Masa (<math>g/cm^3</math>):</b>	<b>2.605</b>		
<b>Promedio Peso Especifico de Masa sss (<math>g/cm^3</math>):</b>	<b>2.634</b>		
<b>Promedio Peso Especifico Aparente (<math>g/cm^3</math>):</b>	<b>2.683</b>		

#### 2.1.2. Absorción del agregado Fino.

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra sss (g)	(A)	--	500	500	500
Peso de la muestra secada al horno (g)	(B)	--	494.45	494.76	494.3
Absorción (%)	(C)	(A-B)	1.122	1.059	1.163
<b>Promedio:</b>			<b>1.115%</b>		

### 2.2. Agregado grueso (NTP 400.021, ASTM C-127)

#### 2.2.1. Peso específico de la piedra chancada

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso de muestra sss (g):	(A)	--	3000	3000	3000
Peso de muestra sss + canastilla sumergida (g):	(B)	--	2845	2846	2843
Peso de canastilla sumergida (g):	(C)	--	980	980	980
Peso de Recipiente (g):	(D)	--	525	512	521
Peso de Muestra sss + Recipiente (g):	(E)	--	3525	3512	3521
Peso de Muestra Secada al horno + Recipiente (g):	(F)	--	3485	3471	3479
Peso de la muestra superficialmente Seca (g):	(G)	--	3000	3000	3000
Peso de la muestra secada al horno (g):	(H)	(F - D)	2960	2959	2958
Peso de la muestra sumergida en el agua (g):	(I)	(B - C)	1865	1866	1863
Peso Especifico de Masa ( $g/cm^3$ ):	--	H / (G - I)	2.608	2.609	2.602
Peso Especifico de Masa sss ( $g/cm^3$ ):	--	G / (G - I)	2.643	2.646	2.639
Peso Especifico de Aparente ( $g/cm^3$ ):	--	H / (H - I)	2.703	2.707	2.701
<b>Promedio Peso Especifico de Masa (<math>g/cm^3</math>):</b>				<b>2.606</b>	
<b>Promedio Peso Especifico de Masa sss (<math>g/cm^3</math>):</b>				<b>2.642</b>	
<b>Promedio Peso Especifico de Aparente (<math>g/cm^3</math>):</b>				<b>2.704</b>	

#### 2.2.2. Absorción de la piedra chancada

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso de muestra sss (g)	(A)	--	3000	3000	3000
Peso de muestra secada al horno (g)	(B)	--	2960	2959	2958
Absorción (%)	(C)	$(A-B) * 10^2 / B$	1.351	1.386	1.420
<b>Promedio:</b>			<b>1.386%</b>		

#### 2.2.3. Peso específico de grava

Descripción	Símbolo	Formula	M-2	M-3
Peso de muestra sss (g):	(A)	--	3000	3000
Peso de muestra sss + canastilla sumergida (g):	(B)	--	2852	2851
Peso de canastilla sumergida (g):	(C)	--	980	980
Peso de Recipiente (g):	(D)	--	525	512
Peso de Muestra sss + Recipiente (g):	(E)	--	3525	3512
Peso de Muestra Secada al horno + Recipiente (g):	(F)	--	3488	3472
Peso de la muestra sss (g):	(G)	--	3000	3000
Peso de la muestra secada al horno (g):	(H)	$(F - D)$	2963	2959
Peso de la muestra sumergida en el agua (g):	(I)	$(B - C)$	1872	1866
Peso Específico de Masa ( $g / cm^3$ ):	--	$H / (G - I)$	2.627	2.609
Peso Específico de Masa sss ( $g / cm^3$ ):	--	$G / (G - I)$	2.660	2.646
Peso Específico de Aparente ( $g / cm^3$ ):	--	$H / (H - I)$	2.716	2.707
<b>Promedio Peso Específico de Masa (<math>g / cm^3</math>)</b>			<b>2.613</b>	
<b>Promedio Peso Específico de Masa SSS (<math>g / cm^3</math>):</b>			<b>2.648</b>	
<b>Promedio Peso Específico de Aparente (<math>g / cm^3</math>):</b>			<b>2.708</b>	

#### 2.2.4. Absorción de la grava.

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso de muestra sss (g)	(A)	--	3000	3000	3000
Peso de la muestra secada al horno (g)	(B)	--	2963	2960	2963
Absorción (%)	(C)	$(A-B) * 10^2 / B$	1.249	1.351	1.249
<b>Promedio:</b>			<b>1.283%</b>		

**3. Peso unitario seco suelto, compactado, cálculo del factor f y porcentaje de vacíos del agregado fino.**  
NTP 400.017, / ASTM C 29 M: 1991.

**3.1. Agregado Fino**

**3.1.1. Peso específico del agua.**

Descripción	Ensayo N° 01
Peso de la fiola en (g)	151
Peso de la fiola + Agua (g)	649.52
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> )	500
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	0.99704
<b>P.e del agua en (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>997.04</b>

**3.1.2. Factor f.**

Descripción	Ensayo N° 01
Peso del Molde (g)	3881
Peso del Molde + Agua (g)	6850
Peso Agua (Kg)	2.969
<b>f (1/m<sup>3</sup>)</b>	<b>335.817</b>

**3.1.3. Peso unitario seco suelto.**

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	3881	3881	3881
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	8580	8585	8590
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	4699	4704	4709
Factor (f)	(D)		335.817	335.817	335.817
PUS (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.578	1.580	1.581
PUS (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> D)	1578	1580	1581
		<b>Promedio:</b>	<b>1580</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

**3.1.4. Peso unitario seco compactado o varillado.**

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	3881	3881	3881
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	8985	8982	8980
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	5104	5101	5099
Factor (f)	(D)		335.817	335.817	335.817
PUS (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.714	1.713	1.712
PUS (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> D)	1714	1713	1712
		<b>Promedio:</b>	<b>1713</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

**3.1.5. Vacíos teóricos en (%).**

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra compactada sss (g)	5162	5154	5158
Peso Unitario Compactado sss ( g/cm <sup>3</sup> )	1.733	1.731	1.732
Peso Específico de Masa sss ( g/cm <sup>3</sup> )	2.632	2.634	2.636
Contenido de Vacíos (%)	34.16	34.28	34.29
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>34.24</b>	

**3.1.6. Vacíos reales en (%).**

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso del Recipiente + muestra compactada sss (g)	9043	9035	9039
Peso del Recipiente + muestra compactada sss + agua (g)	10070	10065	10060
Peso del agua (g)	1027	1030	1021
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	2977.81	2977.81	2977.81
Volumen del agua en los vacíos (cm <sup>3</sup> )	1030.05	1033.06	1024.03
Contenido de Vacíos (%)	34.59	34.69	34.39
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>34.56</b>	

**3. Peso unitario seco suelto, compactado, cálculo del factor f y porcentaje de vacíos del agregado grueso (piedra chancada): NTP 400.017, / ASTM C 29 M: 1991.**

**3.2. Piedra chancada**

**3.2.1. Peso específico del agua.**

Descripción	Ensayo N° 01
Peso de la fiola en (g)	151.12
Peso de la fiola +Agua (g)	649.34
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> )	500
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	0.99644
<b>P.e del agua en (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>996.44</b>

**3.2.2. Factor f.**

Descripción	Ensayo N° 01
Peso del Molde (g)	4201
Peso del Molde +Agua (g)	13928
Peso Agua (Kg)	9.727
<b>f (1/m<sup>3</sup>)</b>	<b>102.441</b>

**3.2.3. Peso unitario seco suelto.**

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201	4201	4201
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	17564	17530	17599
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	13363	13329	13398
Factor (f)	(D)		102.441	102.441	102.44
PUS (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.36891	1.36543	1.3725
PUS (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1368.91	1365.43	1372.5
		<b>Promedio:</b>	<b>1369</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

**3.2.4. Peso unitario seco compactado o varillado.**

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201	4201	4201
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	18714	18722	18764
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	14513	14521	14563
Factor (f)	(D)		102.441	102.441	102.44
PUSC (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.48672	1.48754	1.4918
PUSC (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1486.72	1487.54	1491.8
		<b>Promedio:</b>	<b>1489</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

**3.2.5. Vacíos teóricos en (%).**

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra compactada sss (g)	14748.00	14741.00	14735.00
Peso Unitario Compactado sss ( g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.51	1.51
Peso Especifico de Masa sss ( g/cm <sup>3</sup> )	2.64	2.65	2.64
Contenido de Vacíos (%)	42.83	42.93	42.93
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>	<b>42.90</b>		

**3.2.6. Vacíos reales en (%).**

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso del Recipiente + muestra compactada sss (g)	18949	18942	18936
Peso del Recipiente + muestra compactada sss + agua (g)	23130	23128	23127
Peso del agua (g)	4181	4186	4191
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	9761.75	9761.75	9761.75
Volumen del agua en los vacíos (cm <sup>3</sup> )	4195.9375	4200.9554	4205.97
Contenido de Vacíos (%)	42.983456	43.03486	43.0863
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>	<b>43.03</b>		

**3. Peso unitario seco suelto, compactado y porcentaje de vacíos del agregado grueso (grava de río). NTP 400.017, / ASTM C -29/C 29 M: 1991**

**3.3. Grava de río**

**3.3.1. Peso unitario seco suelto.**

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201	4201	4201
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	19362	19344	19326
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	15161	15143	15125
Factor (f)	(D)		102.441	102.441	102.44
PUSC (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.5531	1.55126	1.5494
PUSC (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1553.1	1551.26	1549.4
		<b>Promedio:</b>	<b>1551</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

**3.3.2. Peso unitario seco compactado o varillado.**

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201	4201	4201
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	20461	20478	20490
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	16260	16277	16289
Factor (f)	(D)		102.441	102.441	102.44
PUSC (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.66568	1.66743	1.6687
PUSC (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1665.68	1667.43	1668.7
		<b>Promedio:</b>	<b>1667</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

**3.2.5. Vacíos teóricos en (%).**

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra compactada sss (g)	16482.00	16479.00	16477.00
Peso Unitario Compactado sss ( g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.69	1.69
Peso Específico de Masa sss ( g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.66	2.66
Contenido de Vacíos (%)	36.52	36.47	36.59
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>36.53</b>	

**3.2.6. Vacíos reales en (%).**

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso del Recipiente + muestra compactada sss (g)	20683	20680	20678
Peso del Recipiente + muestra compactada sss + agua (g)	24245	24238	24255
Peso del agua (g)	3562	3558	3577
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	9761.75	9761.75	9761.75
Volumen del agua en los vacíos (cm <sup>3</sup> )	3574.726	3570.7117	3589.78
Contenido de Vacíos (%)	36.619725	36.578603	36.7739
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>36.66</b>	

### 3. Peso unitario seco suelto, compactado, y porcentaje de vacíos. NTP 400.017, / ASTM C 29 M: 1991.

#### 3.4. 20% grava más 80% piedra chancada

##### 3.4.1. Peso unitario seco suelto.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	18003.00	18015.00	18044.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	13802.00	13814.00	13843.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSS (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.41	1.42	1.42
PUSS (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1413.89	1415.11	1418.09
		<b>Promedio:</b>	<b>1416</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

##### 3.4.2. Peso unitario seco compactado o varillado.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	19022.00	19033.00	19034.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	14821.00	14832.00	14833.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSC (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.52	1.52	1.52
PUSC (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1518.27	1519.40	1519.50
		<b>Promedio:</b>	<b>1519</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	

##### 3.4.3. Vacíos teóricos en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra compactada sss (g)	15009.00	15034.00	15016.00
Peso Unitario Compactado sss ( g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.54	1.54
Peso Especifico de Masa sss ( g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.66	2.66
Contenido de Vacíos (%)	42.19	42.04	42.21
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>42.15</b>	

##### 3.4.4. Vacíos reales en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso del Recipiente + muestra compactada sss (g)	19210	19235	19217
Peso del Recipiente + muestra compactada sss + agua (g)	23322	23336	23330
Peso del agua (g)	4112	4101	4113
Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	9761.75	9761.75	9761.75
Volumen del agua en los vacíos (cm <sup>3</sup> )	4126.69102	4115.6517	4127.69
Contenido de Vacíos (%)	42.2740904	42.161003	42.2844
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>42.24</b>	

### 3.5. 40% grava más 60% piedra chancada

#### 3.5.1. Peso unitario seco suelto.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	18255.00	18239.00	18245.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	14054.00	14038.00	14044.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSS ( $g/cm^3$ )	(E)	$D \cdot (10^6/C)$	1.44	1.44	1.44
PUSS ( $Kg/m^3$ )		$C/(10^3/D)$	1439.70	1438.06	1438.68
		<b>Promedio:</b>	<b>1439</b>	<b><math>Kg/m^3</math></b>	

#### 3.5.2. Peso unitario seco compactado o varillado.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	19360.00	19355.00	19344.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	15159.00	15154.00	15143.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSC ( $g/cm^3$ )	(E)	$D \cdot (10^6/C)$	1.55	1.55	1.55
PUSC ( $Kg/m^3$ )		$C/(10^3/D)$	1552.90	1552.39	1551.26
		<b>Promedio:</b>	<b>1552</b>	<b><math>Kg/m^3</math></b>	

#### 3.5.3. Vacíos teóricos en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra compactada sss (g)	15349.00	15359.00	15337.00
Peso Unitario Compactado sss ( $g/cm^3$ )	1.57	1.57	1.57
Peso Específico de Masa sss ( $g/cm^3$ )	2.66	2.66	2.66
Contenido de Vacíos (%)	40.88	40.79	40.98
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>40.88</b>	

#### 3.5.4. Vacíos reales en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso del Recipiente + muestra compactada sss (g)	19550	19560	19538
Peso del Recipiente + muestra compactada sss + agua (g)	23537	23540	23532
Peso del agua (g)	3987	3980	3994
Volumen del recipiente ( $cm^3$ )	9761.75	9761.75	9761.75
Volumen del agua en los vacíos ( $cm^3$ )	4001.24443	3994.2194	4008.27
Contenido de Vacíos (%)	40.9890074	40.917043	41.061
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>40.99</b>	

### 3. Peso unitario seco suelto, compactado, y porcentaje de vacíos. NTP 400.017, / ASTM C 29 M: 1991.

#### 3.6. 60% grava más 40% piedra chancada

##### 3.6.1. Peso unitario seco suelto.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	18645.00	18619.00	18629.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	14444.00	14418.00	14428.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSC ( $g/cm^3$ )	(E)	$D \cdot (10^6/C)$	1.48	1.48	1.48
PUSC ( $Kg/m^3$ )		$C / (10^3/D)$	1479.65	1476.99	1478.01
		Promedio:	1478	$Kg/m^3$	

##### 3.6.2. Peso unitario seco compactado o varillado.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	19760.00	19755.00	19744.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	15559.00	15554.00	15543.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSC ( $g/cm^3$ )	(E)	$D \cdot (10^6/C)$	1.59	1.59	1.59
PUSC ( $Kg/m^3$ )		$C / (10^3/D)$	1593.87	1593.36	1592.23
		Promedio:	1593	$Kg/m^3$	

##### 3.6.3. Vacíos teóricos en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra compactada sss (g)	15754.00	15764.00	15737.00
Peso Unitario Compactado sss ( $g/cm^3$ )	1.61	1.62	1.61
Peso Especifico de Masa sss ( $g/cm^3$ )	2.66	2.66	2.66
Contenido de Vacíos (%)	39.32	39.23	39.44
Promedio de Contenido de Vacíos (%):		39.33	

##### 3.6.4. Vacíos reales en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso del Recipiente + muestra compactada sss (g)	19955	19965	19938
Peso del Recipiente + muestra compactada sss + agua (g)	23788	23778	23775
Peso del agua (g)	3833	3813	3837
Volumen del recipiente ( $cm^3$ )	9761.75	9761.75	9761.75
Volumen del agua en los vacíos ( $cm^3$ )	3846.69423	3826.6228	3850.71
Contenido de Vacíos (%)	39.4057851	39.200172	39.4469
Promedio de Contenido de Vacíos (%):		39.35	

### 3.7. 80% grava más 20% piedra chancada

#### 3.7.1. Peso unitario seco suelto.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	19011.00	19018.00	19029.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	14810.00	14817.00	14828.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSS ( $g/cm^3$ )	(E)	$D \cdot (10^6/C)$	1.52	1.52	1.52
PUSS ( $Kg/m^3$ )		$C/(10^3/D)$	1517.15	1517.86	1518.99
		<b>Promedio:</b>	<b>1518</b>	<b><math>Kg/m^3</math></b>	

#### 3.7.2. Peso unitario seco compactado o varillado.

Descripción	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	4201.00	4201.00	4201.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	20048.00	20036.00	20090.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	15847.00	15835.00	15889.00
Factor (f)	(D)		102.44	102.44	102.44
PUSC ( $g/cm^3$ )	(E)	$D \cdot (10^6/C)$	1.62	1.62	1.63
PUSC ( $Kg/m^3$ )		$C/(10^3/D)$	1623.38	1622.15	1627.68
		<b>Promedio:</b>	<b>1624</b>	<b><math>Kg/m^3</math></b>	

#### 3.7.3. Vacíos teóricos en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra compactada sss (g)	16044.00	16049.00	16085.00
Peso Unitario Compactado sss ( $g/cm^3$ )	1.64	1.64	1.65
Peso Especifico de Masa sss ( $g/cm^3$ )	2.66	2.66	2.66
Contenido de Vacíos (%)	38.20	38.13	38.10
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>38.14</b>	

#### 3.7.4. Vacíos reales en (%).

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso del Recipiente + muestra compactada sss (g)	20245	20250	20286
Peso del Recipiente + muestra compactada sss + agua (g)	23964	23972	24002
Peso del agua (g)	3719	3722	3716
Volumen del recipiente ( $cm^3$ )	9761.75	9761.75	9761.75
Volumen del agua en los vacíos ( $cm^3$ )	3732.28694	3735.2977	3729.28
Contenido de Vacíos (%)	38.2337894	38.264631	38.2029
<b>Promedio de Contenido de Vacíos (%):</b>		<b>38.23</b>	

#### 4. Contenido de humedad. NTP 339.185 ASTM C-535

##### 4.1. Contenido de humedad del agregado fino.

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g).	(A)	--	88.0	71.0	93.0
Peso del recipiente + muestra húmeda (g).	(B)	--	1550.0	1645.0	1674.0
Peso del recipiente + muestra seca (g).	(C)	--	1493.0	1583.0	1612.0
Contenido de humedad	(D)	$\frac{(B-A)-(C-A)}{(C-A)*100}$	4.06	4.10	4.08
<b>Promedio:</b>			<b>4.080</b>	<b>%</b>	

##### 4.2. Contenido de humedad del A.G (piedra chancada).

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g).	(A)	--	127.0	153.0	115.0
Peso del recipiente + muestra húmeda (g).	(B)	--	2128.0	2775.0	2548.0
Peso del recipiente + muestra seca (g).	(C)	--	2120.0	2765.0	2537.0
Contenido de humedad	(D)	$\frac{(B-A)-(C-A)}{(C-A)*100}$	0.40	0.38	0.45
<b>Promedio:</b>			<b>0.41</b>	<b>%</b>	

##### 4.3. Contenido de humedad A.G (grava).

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente (g).	(A)	--	127.0	153.0	115.0
Peso del recipiente + muestra húmeda (g).	(B)	--	2128.0	2775.0	2548.0
Peso del recipiente + muestra seca (g).	(C)	--	2120.0	2764.0	2538.0
Contenido de humedad	(D)	$\frac{(B-A)-(C-A)}{(C-A)*100}$	0.40	0.42	0.41
<b>Promedio:</b>			<b>0.41</b>	<b>%</b>	

**5. Desgaste a la abrasión. NTP 400.017, NTP 400.0119 / ASTM C -131**

**5.1. Desgaste a la abrasión del agregado grueso (piedra chancada).**

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev./mim)	N° de Revoluciones	TMN	Peso (g)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500	3/4"	5000
<b>N° DE ENSAYOS</b>				<b>1°</b>	<b>2°</b>	<b>3°</b>
Peso Inicial de la muestra seca al horno (gr.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3522	3525	3523
% Desg. =(( Pi -Pf ) / Pi ) x 100				29.56	29.50	29.54
<b>% Desg. Promedio</b>				<b>29.53</b>		

**5.2. Desgaste a la abrasión del agregado grueso (grava de río).**

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev./mim)	N° de Revoluciones	TMN	Peso (g)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500	3/4"	5000
<b>N° DE ENSAYOS</b>				<b>1°</b>	<b>2°</b>	<b>3°</b>
Peso Inicial de la muestra seca al horno (gr.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3721	3724	3726
% Desg. =(( Pi -Pf ) / Pi ) x 100				25.58	25.52	25.48
<b>% Desg. Promedio</b>				<b>25.53</b>		

## 6. Superficie específica de los agregados

### 6.1. Superficie específica del agregado fino.

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	0	0.000	2.200	0.000
1/2"	12.50 mm	0	0.000	1.575	0.000
3/8"	9.50 mm	0	0.000	1.100	0.000
4	4.75 mm	561	8.367	0.713	11.735
8	2.36 mm	859	12.811	0.356	35.987
16	1.18 mm	1482	22.103	0.177	124.875
30	0.60 mm	1258	18.762	0.089	210.810
50	0.30 mm	1210	18.046	0.045	401.027
100	0.15 mm	865	12.901	0.023	560.905
200	0.075 mm	421	6.279	0.011	570.809
Cazoleta	--	49	0.731	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>6705</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 31.275</b>					

### 6.2. Superficie específica del agregado grueso (100% de piedra chancada).

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	580	2.477	2.2	1.126
1/2"	12.50 mm	6972	29.769	1.575	18.901
3/8"	9.50 mm	6911	29.509	1.1	26.826
4	4.75 mm	7866	33.587	0.713	47.106
8	2.36 mm	1604	6.849	0.356	19.238
16	1.18 mm	0	0.000	0.177	0.000
30	0.60 mm	0	0.000	0.089	0.000
50	0.30 mm	0	0.000	0.045	0.000
100	0.15 mm	0	0.000	0.023	0.000
200	0.075 mm	0	0.000	0.011	0.000
Cazoleta	--	67	0.286	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>24000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.544</b>					

### 6.3. Superficie específica agregado grueso (100% de grava de río).

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	625	2.669	2.2	1.213
1/2"	12.50 mm	8359	35.692	1.575	22.661
3/8"	9.50 mm	8465	36.144	1.1	32.858
4	4.75 mm	6503	27.767	0.713	38.944
8	2.36 mm	0	0.000	0.356	0.000
16	1.18 mm	0	0.000	0.177	0.000
30	0.60 mm	0	0.000	0.089	0.000
50	0.30 mm	0	0.000	0.045	0.000
100	0.15 mm	0	0.000	0.023	0.000
200	0.075 mm	0	0.000	0.011	0.000
Cazoleta	--	48	0.205	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>24000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.134</b>					

### 6.4. Superficie específica del A.G (20% de grava de río más 80% de piedra chancada)

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	624	2.664	2.2	1.211
1/2"	12.50 mm	7188	30.692	1.575	19.487
3/8"	9.50 mm	7016	29.957	1.1	27.234
4	4.75 mm	7822	33.399	0.713	46.843
8	2.36 mm	1280	5.465	0.356	15.352
16	1.18 mm	0	0.000	0.177	0.000
30	0.60 mm	0	0.000	0.089	0.000
50	0.30 mm	0	0.000	0.045	0.000
100	0.15 mm	0	0.000	0.023	0.000
200	0.075 mm	0	0.000	0.011	0.000
Cazoleta	--	70	0.299	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>24000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.457</b>					

**6.5. Superficie específica del A.G (40% de grava de río más 60% de piedra chancada)**

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	792	3.382	2.2	1.537
1/2"	12.50 mm	7554	32.254	1.575	20.479
3/8"	9.50 mm	7209	30.781	1.1	27.983
4	4.75 mm	7217	30.816	0.713	43.220
8	2.36 mm	1176	5.021	0.356	14.105
16	1.18 mm	0	0.000	0.177	0.000
30	0.60 mm	0	0.000	0.089	0.000
50	0.30 mm	0	0.000	0.045	0.000
100	0.15 mm	0	0.000	0.023	0.000
200	0.075 mm	0	0.000	0.011	0.000
Cazoleta	--	52	0.222	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>24000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.394</b>					

**6.6 Superficie específica del A.G (60% de grava de río más 40% de piedra chancada).**

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	1066	4.552	2.2	2.069
1/2"	12.50 mm	7601	32.455	1.575	20.606
3/8"	9.50 mm	7088	30.265	1.1	27.513
4	4.75 mm	7323	31.268	0.713	43.854
8	2.36 mm	846	3.612	0.356	10.147
16	1.18 mm	0	0.000	0.177	0.000
30	0.60 mm	0	0.000	0.089	0.000
50	0.30 mm	0	0.000	0.045	0.000
100	0.15 mm	0	0.000	0.023	0.000
200	0.075 mm	0	0.000	0.011	0.000
Cazoleta	--	76	0.325	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>24000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.324</b>					

**6.7. Superficie específica del A.G (80% de grava de río más 20% de piedra chancada).**

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	Diámetros medios (cm)	s
3/4"	19.00 mm	1302	5.559	2.2	2.527
1/2"	12.50 mm	7561	32.284	1.575	20.498
3/8"	9.50 mm	7616	32.519	1.1	29.563
4	4.75 mm	7234	30.888	0.713	43.321
8	2.36 mm	248	1.059	0.356	2.975
16	1.18 mm	0	0.000	0.177	0.000
30	0.60 mm	0	0.000	0.089	0.000
50	0.30 mm	0	0.000	0.045	0.000
100	0.15 mm	0	0.000	0.023	0.000
200	0.075 mm	0	0.000	0.011	0.000
Cazoleta	--	39	0.167	--	--
<b>Peso de muestra (gramos)</b>					<b>24000</b>
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g) : 2.206</b>					

**7. Porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino y grueso (piedra chancada y grava de río). ASTM.C -556 / NTP 339.185**

**7.1. Porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino.**

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso Seco de la Muestra Original (g).	(A)	--	500.00	500.00	500.00
Peso Seco de la muestra Lavada o ensayada (g).	(B)	--	482.00	482.50	483.00
Peso del material que pasa el tamiz N°200 (g).	(C)	(A - B)	18.00	17.50	17.00
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200.</b>		(C/A)*100	3.60	3.50	3.40
		<b>Promedio:</b>	<b>3.50 %</b>		

**7.2. Porcentaje que pasa la malla N° 200 del A.G. (piedra chancada)**

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso Seco de la Muestra Original (g).	(A)	--	3000.00	3000.00	3000.00
Peso Seco de la muestra Lavada o ensayada (g).	(B)	--	2981.00	2980.00	2983.00
Peso del material que pasa el tamiz N°200 (g).	(C)	(A - B)	19.00	20.00	17.00
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200.</b>		(C/A)*100	0.633	0.667	0.567
		<b>Promedio:</b>	<b>0.622 %</b>		

**7.3. Porcentaje que pasa la malla N° 200 del A.G (grava)**

Descripción	Símbolo	Formula	M-1	M-2	M-3
Peso Seco de Muestra Original (g).	(A)	--	3000.00	3000.00	3000.00
Peso Seco de la muestra Lavada o ensayada (g).	(B)	--	2990.00	2991.00	2992.00
Peso del material que pasa el tamiz N°200 (g).	(C)	(A - B)	10.00	9.00	8.00
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200.</b>		(C/A)*100	0.333	0.300	0.267
		<b>Promedio:</b>	<b>0.300 %</b>		



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
 ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 Y/O DISEÑO Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
 CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
 TELF: 076 633319

**8. PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO**

**8.1. Peso unitario del concreto fresco con 100 % de grava**

Molde N°	Peso del molde (g)	Peso del molde más concreto fresco (g)	volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario del concreto fresco (Kg/m <sup>3</sup> )
1	8625	21100	0.005301	2353.33
2	8570	20900	0.005301	2325.98
3	8605	21760	0.005301	2481.61
4	8600	21075	0.005301	2353.33
5	8580	20900	0.005301	2324.09
6	8570	20940	0.005301	2333.52
<b>Promedio (kg/m<sup>3</sup>) : 2361.98</b>				

**8.2. Peso unitario del concreto fresco con 20% de piedra chancada más 80 % de grava**

Molde N°	Peso del molde (g)	Peso del molde más concreto fresco (g)	volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario del concreto fresco (Kg/m <sup>3</sup> )
1	8625	21110	0.005301	2355.22
2	8570	21040	0.005301	2352.39
3	8605	21055	0.005301	2348.61
4	8600	21070	0.005301	2352.39
5	8580	21030	0.005301	2348.61
6	8570	21000	0.005301	2344.84
<b>Promedio (kg/m<sup>3</sup>) : 2350.34</b>				

**8.3. Peso unitario del concreto fresco con 40% de piedra chancada más 60 % de grava**

Molde N°	Peso del molde (g)	Peso del molde más concreto fresco (g)	volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario del concreto fresco (Kg/m <sup>3</sup> )
1	8625	20995	0.005301	2333.52
2	8570	20805	0.005301	2308.06
3	8605	21660	0.005301	2462.74
4	8600	20970	0.005301	2333.52
5	8580	20795	0.005301	2304.28
6	8570	20835	0.005301	2313.71
<b>Promedio (kg/m<sup>3</sup>) : 2342.64</b>				

8.4. Peso unitario del concreto fresco con 60% de piedra chancada más 40 % de grava

Molde N°	Peso del molde (g)	Peso del molde más concreto fresco (g)	volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario del concreto fresco (Kg/m <sup>3</sup> )
1	8625	21015	0.005301	2337.29
2	8570	20945	0.005301	2334.47
3	8605	20980	0.005301	2334.47
4	8600	20955	0.005301	2330.69
5	8580	20975	0.005301	2338.24
6	8570	20970	0.005301	2339.18
<b>Promedio (kg/m<sup>3</sup>) : 2335.72</b>				

8.5. Peso unitario del concreto fresco con 80% de piedra chancada más 20 % de grava

Molde N°	Peso del molde (g)	Peso del molde más concreto fresco (g)	volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario del concreto fresco (Kg/m <sup>3</sup> )
1	8625	20965	0.005301	2327.86
2	8570	20890	0.005301	2324.09
3	8605	20965	0.005301	2331.64
4	8600	20935	0.005301	2326.92
5	8580	20930	0.005301	2329.75
6	8570	20920	0.005301	2329.75
<b>Promedio (kg/m<sup>3</sup>) : 2328.33</b>				

8.6 Peso unitario del concreto fresco con 100 % de piedra chancada.

Molde N°	Peso del molde (g)	Peso del molde más concreto fresco (g)	volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario del concreto fresco (Kg/m <sup>3</sup> )
1	8625	20925	0.005301	2320.32
2	8570	20875	0.005301	2321.26
3	8605	20935	0.005301	2325.98
4	8600	20870	0.005301	2314.66
5	8580	20890	0.005301	2322.20
6	8570	20900	0.005301	2325.98
<b>Promedio (kg/m<sup>3</sup>) : 2321.73</b>				

## ANEXO II: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
Calle La Colonia Nro 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
Versión 03

### Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.  
(\*) Requisito opcional.

**Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas**  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.**

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

## ANEXO III: DISEÑO DE MEZCLAS



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

### DISEÑO PATRÓN: Mezcla patrón (100% de grava de río).

#### A. Diseño de mezclas método del módulo de finura de combinación de agregados

##### I. Características de los materiales.

###### Cemento: Portland Tipo I - Pacasmayo

Densidad Relativa	:	3.09 g/cm <sup>3</sup>
Peso de bolsa	:	42.5 kg

###### Agua Potable

Peso específico	:	1000 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	---	------------------------

###### Agregados.

Cantera	:	"Aguilar - Río Chonta - Baños Del Inca - Cajamarca"
---------	---	---

	Agregado	Agregado
	Fino	Grueso
Perfil	--	Redondeado
Tamaño máximo nominal(")	--	3/4"
Peso específico de masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.605	2.613
Peso específico sss (g/cm <sup>3</sup> )	2.634	2.648
Peso específico aparente g/cm <sup>3</sup>	2.683	2.704
Peso unitario suelto1. g/cm <sup>3</sup>	1.580	1.551
Peso unitario compactado g/cm <sup>3</sup>	1.713	1.667
Contenido de humedad (%)	4.080	0.410
Absorción (%)	1.115	1.283
Módulo de finura	3.080	6.743
Abrasión (%)	--	25.53
Porcentaje que pasa malla nº 200	3.50	0.300

sss: saturado superficialmente seco

##### II. Características del Concreto.

Resistencia a la compresión especificada	:	250 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar promedio en obra	:	Se desconoce
Tipo de asentamiento	:	consistencia plastica

##### III. Condiciones Ambientales y de exposición.

Lugar de la obra	:	Cajamarca
Temperatura promedio ambiente	:	20 °C
Humedad relativa	:	45%
Condición de exposición	:	verano

**IV. Diseño**

Asentamiento:	3" - 4"		
Cantidad de agua de mezclado:	185	Lt/m3	
Aire total (%):	2%		
Cemento:	7.02	Bolsas/m3	298.39 kg/m3
Relación A/C:	0.62		

**n. Dosificación de la mezcla para un metro Cúbico**

Material	Peso seco	Peso Especifico Kg/m <sup>3</sup>	Volumen m <sup>3</sup>
Cemento	298.39	3090	0.092202
Agua	185.00	1000	0.185
Aire	2.00	--	0.02
Agregado fino	862.00	2605	0.33078
Agregado grueso	961.00	2613	0.36766
<b>Total:</b>			<b>1.00</b>

**o. Corrección por Humedad del Agregado**

Cemento	:	298.39	Kg
Agua Efectiva	:	167.83	Lt.
Agregado Fino	:	897.00	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	965.00	Kg/m <sup>3</sup>
Aire Total	:	2.00	%

**p. Proporción en Peso**

Proporción en peso	
Cemento	1.00
Agregado fino	3.01
Agregado grueso	3.23
Agua efectiva	23.90 (Lt/ Bolsa)
Aire atrapado	2.00 %

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>Agua</b>	
1	3.01	3.23	23.90	(Lt/ Bolsa)

**q. Proporción en Volumen.**

Proporción en volumen	
Cemento	1.000
Agregado fino	2.855
Agregado grueso	3.129
Agua efectiva	23.905

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>Agua</b>	
1	2.86	3.13	23.90	(Lt/ Bolsa)

**DISEÑO: Mezcla 20% grava más 80% piedra chancada**

**A. Diseño de mezclas método del módulo de finura de combinación de agregados**

**I. Características de los materiales.**

**Cemento: Portland Tipo I - Pacasmayo**

Densidad Relativa	:	3.09	g/cm <sup>3</sup>
Peso de bolsa	:	42.5	kg

**Agua Potable**

Peso específico	:	1000	Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	---	------	-------------------

**Agregados.**

Cantera	:	"Aguilar - Río Chonta - Baños Del Inca – Cajamarca"
---------	---	---

	Agregado Fino	Agregado Grueso
Perfil	--	Redondea do
Tamaño máximo nominal(")	--	3/4"
Peso específico de masa g/cm <sup>3</sup>	2.605	2.613
Peso específico sss g/cm <sup>3</sup>	2.634	2.648
Peso específico aparente g/cm <sup>3</sup>	2.683	2.704
Peso unitario suelto g/cm <sup>3</sup>	1.58	1.416
Peso unitario compactado g/cm <sup>3</sup>	1.713	1.519
Contenido de humedad (%)	4.08	0.41
Absorción (%)	1.115	1.283
Módulo de finura	3.08	6.573
Abrasión (%)	--	25.53
Porcentaje que pasa malla n° 200	3.5	0.30

sss: saturado superficialmente seco

**II. Características del Concreto.**

Resistencia a la compresión especificada	:	250	Kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar promedio en obra	:	Se desconoce	
Tipo de asentamiento	:	consistencia plastica	

**III. Condiciones Ambientales y de exposición.**

Lugar de la obra	:	Cajamarca
Temperatura promedio ambiente	:	20 °C
Humedad relativa	:	45%
Condición de exposición	:	verano

**IV. Diseño**

Asentamiento:	3"-4"		
Cantidad de agua de mezclado:	185	lt/m3	
Aire total (%):	2%		
Cemento:	7.02	bolsas/m3	298.39 kg/m3
Relación A/C:	0.62		

**n. Dosificación de la mezcla para un metro Cúbico**

Material	Peso seco	Peso	Volumen m <sup>3</sup>
		Específico Kg/m <sup>3</sup>	
Cemento	298.39	3.09	0.092
Agua	185	1000	0.185
Aire	2.00	--	0.020
Agregado fino	873.000	2.605	0.335
Agregado grueso	949.000	2.613	0.363
grava 20% Agregado Grueso	189.800	2.613	0.073
Piedra chancada 80% Agregado Grueso	759.200	2.613	0.291
<b>Total:</b>			<b>1.00</b>

**o. Corrección por Humedad del Agregado**

Cemento	:	298.39	Kg
Agua Efectiva	:	167.40	Lt.
Agregado Fino	:	909.00	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	953.00	Kg/m <sup>3</sup>
grava 20% Agregado Grueso	:	190.60	Kg/m <sup>3</sup>
Piedra chancada 80% Agregado Grueso	:	762.40	Kg/m <sup>3</sup>
Aire Total	:	2.00	%

**p. Proporción en Peso**

Proporción en peso	
Cemento	1.00
Agregado fino	3.05
Agregado grueso	3.19
grava 20% Agregado Grueso	0.64
Piedra chancada 80% Agregado Grueso	2.56
Agua efectiva	23.84 (Lt/ Bolsa)
Aire atrapado	2.00 %

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	3.05	3.19		0.64	2.56 23.84
					(Lt/ Bolsa)

**q. Proporción en Volumen.**

Proporción en volumen	
Cemento	1.00
Agregado fino	2.89
Agregado grueso	3.38
grava 20% Agregado Grueso	0.68
Piedra chancada 80% Agregado Grueso	2.71
Agua efectiva	23.84

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	2.89	3.38	0.68	2.71	23.84
					(Lt/ Bolsa)

## DISEÑO: Mezcla 40% grava más 60% piedra chancada

### A. Diseño de mezclas método del módulo de finura de combinación de agregados

#### I. Características de los materiales.

##### Cemento: Portland Tipo I - Pacasmayo

Densidad Relativa	:	3.09 g/cm <sup>3</sup>
Peso de bolsa	:	42.5 kg

##### Agua potable

Peso específico	:	1000 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	---	------------------------

##### Agregados.

Cantera: "Aguilar - Río Chonta - Baños Del Inca – Cajamarca"

	Agregado Fino	Agregado Grueso
Perfil	--	Redondeado
Tamaño máximo nominal(")	--	3/4"
Peso específico de masa g/cm <sup>3</sup>	2.605	2.613
Peso específico sss g/cm <sup>3</sup>	2.634	2.648
Peso específico aparente g/cm <sup>3</sup>	2.683	2.704
Peso unitario suelto g/cm <sup>3</sup>	1.58	1.439
Peso unitario compactado g/cm <sup>3</sup>	1.713	1.552
Contenido de humedad (%)	4.08	0.41
Absorción (%)	1.115	1.283
Módulo de finura	3.08	6.619
Abrasión (%)	--	25.53
Porcentaje que pasa malla n° 200	3.5	0.30

sss: saturado superficialmente seco

#### II. Características del Concreto.

Resistencia a la compresión especificada	:	250 Kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar promedio en obra	:	Se desconoce
Tipo de asentamiento	:	consistencia plastica

#### III. Condiciones Ambientales y de exposición.

Lugar de la obra	:	Cajamarca
Temperatura promedio ambiente	:	20 °C
Humedad relativa	:	45%
Condición de exposición	:	verano

#### IV. Diseño

Asentamiento:	3"-4"	
Cantidad de agua de mezclado:	185	lt/m <sup>3</sup>
Aire total (%):	2%	
Cemento:	7.02	bolsas/m <sup>3</sup> 298.39 kg/m <sup>3</sup>
Relación A/C:	0.62	

#### n. Dosificación de la mezcla para un metro Cúbico

Material	Peso seco	Peso Especifico Kg/m <sup>3</sup>	Volumen m <sup>3</sup>
Cemento	298.39	3.09	0.092
Agua	185	1000	0.185
Aire	2.00	--	0.020
Agregado fino	873.000	2.605	0.335
Agregado grueso	950.000	2.613	0.363
grava 40% Agregado Grueso	380.000	2.613	0.145
Piedra chancada %60Agregado Grueso	570.000	2.613	0.218
<b>Total:</b>			<b>1.00</b>

**o. Corrección por Humedad del Agregado**

Cemento	:	298.39	Kg
Agua Efectiva	:	167.41	Lt.
Agregado Fino	:	908.62	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	953.90	Kg/m <sup>3</sup>
grava 40% Agregado Grueso	:	381.56	Kg/m <sup>3</sup>
Piedra chancada %60Agregado Grueso	:	572.34	Kg/m <sup>3</sup>
Aire Total	:	2.00	%

**p. Proporción en Peso**

Proporción en peso		
Cemento	1.00	
Agregado fino	3.05	
Agregado grueso	3.20	
grava 40% Agregado Grueso	1.28	
Piedra chancada %60Agregado Grueso	1.92	
Agua efectiva	23.84	(Lt/ Bolsa)
Aire atrapado	2.00	%

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	3.05	3.20	1.28	1.92	23.84 (Lt/ Bolsa)

**q. Proporción en Volumen.**

Proporción en volumen	
Cemento	1.000
Agregado fino	2.892
Agregado grueso	3.334
grava 40% Agregado Grueso	1.334
Piedra chancada %60Agregado Grueso	2.000
Agua efectiva	23.845

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	2.89	3.33	1.33	2.00	23.84 (Lt/ Bolsa)

## DISEÑO: Mezcla 60% grava más 40% piedra chancada

### A. Diseño de mezclas método del módulo de finura de combinación de agregados

#### I. Características de los materiales.

##### Cemento: Portland Tipo I - Pacasmayo

Densidad Relativa	:	3.09 g/cm <sup>3</sup>
Peso de bolsa	:	42.5 kg

##### Agua potable

Peso específico	:	1000 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	---	------------------------

##### Agregados.

Cantera: "Aguilar - Río Chonta - Baños Del Inca – Cajamarca"

	Agregado Fino	Agregado Grueso
Perfil	--	Redondeado
Tamaño máximo nominal"	--	3/4"
Peso específico de masa g/cm <sup>3</sup>	2.605	2.613
Peso específico sss g/cm <sup>3</sup>	2.634	2.648
Peso específico aparente g/cm <sup>3</sup>	2.683	2.704
Peso unitario suelto g/cm <sup>3</sup>	1.58	1.478
Peso unitario compactado g/cm <sup>3</sup>	1.713	1.593
Contenido de humedad (%)	4.08	0.41
Absorción (%)	1.115	1.283
Módulo de finura	3.08	6.646
Abrasión (%)	--	25.53
Porcentaje que pasa malla n° 200	3.5	0.30

sss: saturado superficialmente seco

#### II. Características del Concreto.

Resistencia a la compresión especificada	:	250 Kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar promedio en obra	:	Se desconoce
Tipo de asentamiento	:	consistencia plastica

#### III. Condiciones Ambientales y de exposición.

Lugar de la obra	:	Cajamarca
Temperatura promedio ambiente	:	20 °C
Humedad relativa	:	45%
Condición de exposición	:	verano

#### IV. Diseño

Asentamiento:	3"-4"	
Cantidad de agua de mezclado:	185	lt/m3
Aire total (%):	2%	
Cemento:	7.02	bolsas/m3 298.39 kg/m3
Relación A/C:	0.62	

**n. Dosificación de la mezcla para un metro Cúbico**

Material	Peso seco	Peso Especifico Kg/m <sup>3</sup>	Volumen m <sup>3</sup>
Cemento	298.39	3.09	0.092
Agua	185	1000 Kg/m <sup>3</sup>	0.185
Aire	2.00	--	0.020
Agregado fino	863.000	2.605	0.331
Agregado grueso	959.000	2.613	0.367
grava 60% Agregado Grueso	575.400	2.613	0.220
Piedra chancada 40% Agregado Grueso	383.600	2.613	0.147
<b>Total:</b>			<b>1.00</b>

**o. Corrección por Humedad del Agregado**

Cemento	:	298.39	Kg
Agua Efectiva	:	167.78	Lt.
Agregado Fino	:	898.00	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	963.00	Kg/m <sup>3</sup>
grava 60% Agregado Grueso	:	577.80	Kg/m <sup>3</sup>
Piedra chancada 40% Agregado Grueso	:	385.20	Kg/m <sup>3</sup>
Aire Total	:	2.00	%

**p. Proporción en Peso**

Proporción en peso	
Cemento	1.00
Agregado fino	3.01
Agregado grueso	3.23
grava 60% Agregado Grueso	1.29
Piedra chancada 40% Agregado Grueso	1.94
Agua efectiva	23.90 (Lt/ Bolsa)
Aire atrapado	2.00 %

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	3.01	3.23	1.29	1.94	23.90 (Lt/ Bolsa)

**q. Proporción en Volumen.**

Proporción en volumen	
Cemento	1.00
Agregado fino	2.86
Agregado grueso	3.28
grava 60% Agregado Grueso	1.97
Piedra chancada 40% Agregado Grueso	1.31
Agua efectiva	23.90

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	2.86	3.28	1.97	1.31	23.90

**DISEÑO: Mezcla 80% grava más 20% piedra chancada**

**A. Diseño de mezclas método del módulo de finura de combinación de agregados**

**I. Características de los materiales.**

**Cemento: Portland Tipo I - Pacasmayo**

Densidad Relativa	:	3.09 g/cm <sup>3</sup>
Peso de bolsa	:	42.5 kg

**Agua potable**

Peso específico	:	1000 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	---	------------------------

**Agregados.**

Cantera: "Aguilar - Río Chonta - Baños Del Inca – Cajamarca"

	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>
Perfil	--	Redondeado
Tamaño máximo nominal(")	--	3/4"
Peso específico de masa g/cm <sup>3</sup>	2.605	2.613
Peso específico sss g/cm <sup>3</sup>	2.634	2.648
Peso específico aparente g/cm <sup>3</sup>	2.683	2.704
Peso unitario suelto g/cm <sup>3</sup>	1.58	1.518
Peso unitario compactado g/cm <sup>3</sup>	1.713	1.624
Contenido de humedad (%)	4.08	0.41
Absorción (%)	1.115	1.283
Módulo de finura	3.08	6.721
Abrasión (%)	--	25.53
Porcentaje que pasa malla n° 200	3.5	0.62

sss: saturado superficialmente seco

**II. Características del Concreto.**

Resistencia a la compresión especificada	:	250 Kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar promedio en obra	:	Se desconoce
Tipo de asentamiento	:	consistencia plastica

**III. Condiciones Ambientales y de exposición.**

Lugar de la obra	:	Cajamarca
Temperatura promedio ambiente	:	20 °C
Humedad relativa	:	45%
Condición de exposición	:	verano

**IV. Diseño**

Asentamiento:	3"-4"	
Cantidad de agua de mezclado:	185	lt/m3
Aire total (%):	2%	
Cemento:	7.02	bolsas/m3 298.39 kg/m3
Relación A/C:	0.62	

**n. Dosificación de la mezcla para un metro Cúbico**

Material	Peso seco	Peso Especifico Kg/m <sup>3</sup>	Volumen m <sup>3</sup>
Cemento	298.39	3.09	0.092
Agua	185	1000	0.185
Aire	2.00	--	0.020
Agregado fino	872.000	2.605	0.335
Agregado grueso	951.000	2.613	0.364
grava 80% Agregado Grueso	760.800	2.613	0.291
Piedra chancada 20% Agregado Grueso	190.200	2.613	0.073
<b>Total:</b>			<b>1.00</b>

**o. Corrección por Humedad del Agregado**

Cemento	:	298.39	Kg
Agua Efectiva	:	167.45	Lt.
Agregado Fino	:	908.00	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	955.00	Kg/m <sup>3</sup>
grava 80% Agregado Grueso	:	764.00	Kg/m <sup>3</sup>
Piedra chancada 20% Agregado Grueso	:	191.00	Kg/m <sup>3</sup>
Aire Total	:	2.00	%

**p. Proporción en Peso**

Proporción en peso	
Cemento	1.00
Agregado fino	3.04
Agregado grueso	3.20
grava 80% Agregado Grueso	2.56
Piedra chancada 20% Agregado Grueso	0.64
Agua efectiva	23.85 (Lt/ Bolsa)
Aire atrapado	2.00 %

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	3.04	3.20	2.56	0.64	23.85 (Lt/ Bolsa)

**q. Proporción en Volumen.**

Proporción en volumen	
Cemento	1.000
Agregado fino	2.890
Agregado grueso	3.164
grava 80% Agregado Grueso	2.531
Piedra chancada 20% Agregado Grueso	0.506
Agua efectiva	23.850

<b>cemento</b>	<b>A.F</b>	<b>A.G</b>	<b>GRAVA</b>	<b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>Agua</b>
1	2.89	3.16	2.53	0.51	23.85 lt/bolsa

## ANEXO IV: CONSTANCIA PERMITIENDO USO DE LABORATORIO EXTERNO



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
Teléfono Nº 341518, Anexo 1217-Edificio IC-106  
Cajamarca - Perú



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

Cajamarca, 30 de noviembre de 2021.

OFICIO Nº 812-2021-EAPIC-FI-UNC

Señores:  
GUERSAN INGENIEROS SRL

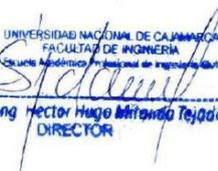
PRESENTE:

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarle cordialmente y, al mismo tiempo, autorizar al alumno **JUAN LLAMOCTANTA MARCHENA**, para que realice sus ensayos de su proyecto de tesis titulado: “INFLUENCIA DE LA ANGULOSIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN EL COMPORTAMIENTO RESISTENTE A COMPRESION DEL CONCRETO DE  $f'c=250\text{Kg/cm}^2$ ”, en su representada.

Agradeciendo por anticipado la atención que le brinde al presente, hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi mayor consideración.

Atentamente,

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil  
Mag. Ing. Hector Hugo Altamirano Tejeda  
DIRECTOR

C.c  
Archivo