

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados  
extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia” y su  
influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en  
la Provincia y Región de Pasco - 2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor : Bach. Peter Denis MARCELO GONDRA**

**Asesor : Mg. José German RAMIREZ MEDRANO**

**Cerro de Pasco - Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados  
extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia” y su  
influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en  
la Provincia y Región de Pasco - 2019**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Vicente Cesar DAVILA CORDOVA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

## **RECONOCIMIENTO**

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

## RESUMEN

El presente proyectó de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, tiene como nombre: **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS EXTRAÍDOS DE LAS CANTERAS “COCHAMARCA Y SACRA FAMILIA” Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , EN LA PROVINCIA Y REGIÓN DE PASCO – 2019”**, el cual fue desarrollado en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación profesional de Ingeniería Civil – Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, tendrá como objetivo el determinar de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en la provincia y región de Pasco. Para el cual se extrajo muestras representativas de agregados (Fina y Gruesa) de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia"; para luego ser ensayadas de acuerdo a las distintas normas de acuerdo al tipo de ensayo, obteniendo las propiedades físicas mecánicas de los agregados; las cuales fueron esenciales para el diseño de mezcla de una resistencia de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . La diferencia de la resistencia a la compresión del concreto elaborado, en base a las características de los agregados de las canteras "Cochamarca" y "Sacrafamilia". Se evidencia que las propiedades físicas del agregado procedente de las Canteras de Cochamarca, es mayor la eficiencia desarrollada en la resistencia a la compresión.

**Palabras clave:** Cantera, Agregado, Resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

The present projected thesis to choose the professional title of Civil Engineer, has as its name: "ANALYSIS OF THE MECHANICAL PHYSICAL PROPERTIES OF THE EXTRACTED AGGREGATES OF THE CHANNELS" COCHAMARCA AND SACRA FAMILIA "AND ITS INFLUENCE IN THE COMPRESSION RESISTANCE OF  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , IN THE PROVINCE AND REGION OF PASCO - 2019 ", which was developed in the laboratory environments of the School of Civil Engineering Professional Training - National University Daniel Alcides Carrión, will have as objective to determine the physical physical properties of the aggregates extracted from the "Cochamarca and Sacrafamilia" quarries and their influence on the compressive strength of  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , in the province and region of Pasco For which representative samples of aggregates (Fine and Thick) were extracted from the quarries "Cochamarca and Sacrafamilia"; to then be tested according to the different standards according to the type of test, obtaining the physical physical properties of the aggregates; which were essential for the mix design of a design resistance  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . The difference in the compressive strength of the processed concrete, based on the characteristics of the aggregates of the "Cochamarca" and "Sacrafamilia" quarries. It is evident that the physical properties of the aggregate from the Cochamarca quarries, the efficiency developed in compressive strength is greater.

**Keywords:** Quarry, Aggregate, Compressive strength.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se viene efectuando la construcción de viviendas, obras civiles dentro de la Provincia y Región de Pasco, las cuales vienen efectuando la utilización de agregado de diferentes canteras, sin embargo los maestros y propietarios; vienen efectuando la adquisición de materiales, las cuales se utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el diseño del concreto ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no podemos saber si esta alcanzara la resistencia esperada.

Para la obtención de un concreto de buena calidad, los agregados mediante sus propiedades deberían cumplir con ciertos requisitos técnicos para la elaboración, sin embargo, ni los propietarios de las canteras ni los mismos constructores se han preocupado en determinar sus propiedades de los agregados, y es por eso en muchos casos al realizar un concreto con cemento de calidad, agua potable y cantidades necesarias de material, etc. Aun así, no se obtiene la resistencia deseada quedando como única explicación que la calidad de los agregados fue que influye entonces resulta sumamente importante la necesidad de determinarla.

Por lo detallado se tiene como importancia el determinar de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en la provincia y región de Pasco. Donde esta investigación se divide en:

- CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, en donde se efectúa la identificación del problema.
- CAPITULO II: MARCO TEORICO, en donde se describe en macro las bases teóricas que sustente el desarrollo de la presente investigación.
- CAPITULO III: METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, en donde describe el proceso del desarrollo de la investigación; la cual es desarrollada mediante ensayos de laboratorio.
- CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION, en donde se describe los resultados.
- CONCLUSIÓN, es donde se describe las ideas en conclusiones de la investigación.
- RECOMENDACIONES, es donde se describe las recomendaciones que se desprende los resultados obtenidos.
- BIBLIOGRAFÍA, es donde se describe las referencias utilizadas para la redacción de la presente investigación.
- ANEXOS, es donde se detalla todo lo necesario para complementar la presente investigación.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
RECONOCIMIENTO .....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN .....	vii
INDICE GENERAL .....	ix
INDICE DE TABLA.....	xiii
INDICE DE GRAFICO.....	xiv
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.....	2
1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO .....	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1. PROBLEMA GENERAL .....	4
1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS.....	4
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	4
1.4.1. OBJETIVOS GENERAL .....	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION .....	5
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEORICO .....	7
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	7
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.....	20
2.2.1. CANTERA .....	20
2.2.1.1. DEFINICION.....	20
2.2.1.2. TIPOS.....	21
2.2.2. AGREGADO FINO .....	23
2.2.2.1. DEFINICIÓN.....	23
2.2.2.2. NORMAS .....	24
2.2.2.3. GRANULOMETRÍA .....	26
2.2.2.4. MÓDULO DE FINEZA.....	27
2.2.2.5. DENSIDAD RELATIVA.....	28

2.2.2.6.	ABSORCIÓN .....	29
2.2.2.7.	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	29
2.2.2.8.	SUPERFICIE ESPECIFICA.....	30
2.2.2.9.	PESO ESPECÍFICO .....	31
2.2.2.10.	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO .....	32
2.2.3.	AGREGADO GRUESO.....	33
2.2.3.1.	DEFINICIÓN.....	33
2.2.3.2.	NORMAS.....	33
2.2.3.3.	GRANULOMETRÍA .....	35
2.2.3.4.	SUPERFICIE ESPECIFICA.....	36
2.2.3.5.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN .....	37
2.2.3.6.	ABSORCIÓN .....	38
2.2.3.7.	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	39
2.2.4.	CONCRETO.....	40
2.2.4.1.	DEFINICIÓN.....	40
2.2.4.2.	CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO.....	41
2.2.4.2.1.	TRABAJABILIDAD.....	42
2.2.4.2.2.	RESISTENCIA .....	43
2.2.4.2.3.	DURABILIDAD .....	45
2.2.4.2.4.	ELASTICIDAD .....	45
2.2.4.3.	TIPOS.....	47
2.2.4.3.1.	CONCRETO LIGERO.....	47
2.2.4.3.2.	CONCRETO REFORZADO .....	48
2.2.4.3.3.	CONCRETO PRESFORZADO .....	49
2.2.4.3.4.	ARMADO (HORMIGON).....	50
2.2.4.4.	DISEÑO DE CONCRETO.....	51
2.2.4.5.	PASOS Y NORMATIVAS PARA DISEÑO DE CONCRETO..	53
2.2.4.5.1.	SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO .....	53
2.2.4.5.2.	SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO.....	53
2.2.4.5.3.	SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO.....	54
2.2.4.5.4.	SELECCIÓN DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA .....	56
2.2.4.5.5.	SELECCIÓN DE CONTENIDO DE AIRE.....	57
2.2.4.5.6.	SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA.....	59

2.2.4.6.	ELABORACION METODO ACI.....	60
2.2.4.7.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	61
2.2.5.-	ADITIVO INCORPORADORS DE AIRE.....	64
2.2.5.1.-	Tensoactivos.....	65
2.2.6.-	ADITIVO ACELERADOR DE FRAGUA.....	66
2.2.6.1.-	CLORUROS.....	66
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	67
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	69
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	69
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	69
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	70
2.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	70
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES.....	70
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	70
CAPÍTULO III.....		71
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....		71
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	71
3.2.	METODOS DE INVESTIGACIÓN.....	72
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	72
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	73
3.4.1.	POBLACIÓN.....	73
3.4.2.	MUESTRA.....	73
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	73
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	73
3.7.	TRATAMIENTO ESTADISTICO.....	74
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	74
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA.....	75
CAPÍTULO IV.....		76
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		76
4.1.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO.....	76
4.1.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	76
4.1.2.	EXTRACCIÓN DE AGREGADO.....	79
4.1.3.	ENSAYO DE LABORATORIO.....	81
4.1.4.	DISEÑO DE CONCRETO SEGÚN EL A.C.I.....	97
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	99

4.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS.....	99
4.2.2. DISEÑO DE MEZCLA.....	110
4.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	114
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	118
4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.....	118
4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.....	118
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	119
CONCLUSIONES.....	121
RECOMENDACIONES.....	123
BIBLIOGRAFÍA.....	124
ANEXOS.....	127

## INDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Requisitos Granulométricos para Agregados Finos según NTP 400.012.....	27
<b>Tabla 2.</b> Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso- NTP 400.037.....	36
<b>Tabla 3.</b> Selección del tamaño máximo nominal .....	54
<b>Tabla 4.</b> Selección de Asentamiento .....	55
<b>Tabla 5.</b> Volumen Unitario de Agua.....	57
<b>Tabla 6.</b> Volumen Unitario de Agua.....	57
<b>Tabla 7.</b> Contenido de Aire Atrapado .....	58
<b>Tabla 8.</b> Contenido de Aire Incorporado y Total .....	59
<b>Tabla 9.</b> Relación agua - cemento por Resistencia .....	59
<b>Tabla 10.</b> Operatividad de las Variables.....	70
<b>Tabla 11.</b> Peso mínimo de la muestra de ensayo.....	96
<b>Tabla 12.</b> Contenido de Humedad de Ag. Fino - C. Sacra Familia .....	99
<b>Tabla 12.</b> Análisis granulométrico del agregado fino – C. Sacra Familia.	99
<b>Tabla 13.</b> Peso Unitario Suelto de Ag. Fino - C. Sacra Familia .....	100
<b>Tabla 14.</b> Peso Unitario Compactado de Ag. Fino - C. Sacra Familia...	100
<b>Tabla 15.</b> Peso Específico de Ag. Fino - C. Sacra Familia .....	101
<b>Tabla 17.</b> Absorción de Ag. Fino - C. Sacra Familia.....	101
<b>Tabla 18.</b> Características y Propiedades del Ag. Fino - C. Sacra Familia .....	101
<b>Tabla 19.</b> Análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Sacra Familia ..	102
<b>Tabla 20.</b> Peso Unitario Suelto de Ag. Grueso - C. Sacra Familia .....	103
<b>Tabla 21.</b> Peso Unitario Compactado de Ag. Grueso - C. Sacra Familia .....	103
<b>Tabla 22.</b> Peso Específico de Ag. Grueso - C. Sacra Familia .....	103
<b>Tabla 23.</b> Contenido de Humedad Ag. Grueso - C. Sacra Familia .....	104
<b>Tabla 24.</b> Absorción de Ag. Grueso - C. Sacra Familia .....	104
<b>Tabla 25.</b> Características y Propiedades del Ag. Grueso - C. Sacra Familia .....	104
<b>Tabla 26.</b> Análisis granulométrico del Ag. Fino – C. Cochamarca.....	105
<b>Tabla 27.</b> Peso Unitario Suelto del Ag. Fino – C. Cochamarca .....	106
<b>Tabla 28.</b> Peso Unitario Compactado del Ag. Fino – C. Cochamarca...	106
<b>Tabla 29.</b> Peso Específico del Ag. Fino – C. Cochamarca .....	106
<b>Tabla 30.</b> Contenido de Humedad del Ag. Fino – C. Cochamarca.....	107
<b>Tabla 31.</b> Absorción del Ag. Fino – C. Cochamarca.....	107
<b>Tabla 32.</b> Características y Propiedades del Ag. Fino - C. Cochamarca	107
<b>Tabla 33.</b> Análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Cochamarca ....	108
<b>Tabla 34.</b> Peso Unitario Suelto del Ag. Grueso – C. Cochamarca .....	109
<b>Tabla 35.</b> Peso Unitario Compactado del Ag. Grueso – C. Cochamarca.....	109
<b>Tabla 36.</b> Peso Específico del Ag. Grueso – C. Cochamarca .....	109
<b>Tabla 37.</b> Contenido de Humedad del Ag. Grueso – C. Cochamarca ...	110

<b>Tabla 38.</b> Absorción del Ag. Grueso – C. Cochamarca .....	110
<b>Tabla 39.</b> Características y Propiedades del Ag. Grueso - C. Cochamarca.....	110
<b>Tabla 40.</b> Numero de Especímenes .....	114
<b>Tabla 41.</b> Resistencia a la compresión – Sacra Familia .....	116
<b>Tabla 42.</b> Resistencia a la compresión – Cantera Cochamarca.....	117
<b>Tabla 43.</b> Diferencia Porcentual de Resistencia a la Compresión .....	120

## INDICE DE GRAFICO

<b>Grafico 1.</b> Curva del análisis granulométrico del agregado fino – C. Sacra Familia. ....	100
<b>Grafico 2.</b> Curva del análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Sacra Familia. ....	102
<b>Grafico 3.</b> Curva del análisis granulométrico del Ag. Fino – C. Cochamarca.....	105
<b>Grafico 4.</b> Curva del análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Cochamarca.....	108
<b>Grafico 5.</b> Número de probetas en función del error máximo e, (ASTM C 823).....	115
<b>Grafico 6.</b> Resistencia a la Compresión de la Cantera Sacra Familia...	116
<b>Grafico 7.</b> Resistencia a la Compresión de la Cantera Cochamarca ....	117
<b>Grafico 8.</b> Diferencia de Resistencia a la Compresión de las Canteras	118
<b>Grafico 9.</b> Diferencia de Resistencia a la Compresión de las Canteras	119
<b>Grafico 10.</b> Diferencia de Resistencia a la Compresión de las Canteras .....	119

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Mapa de la Provincia de Pasco.....	2
<b>Ilustración 2.</b> Mapa de Localización de Cantera de Sacra Familia.....	3
<b>Ilustración 3.</b> Mapa de Localización de Cantera Cochamarca .....	3
<b>Ilustración 4.</b> Cantera .....	21
<b>Ilustración 5.</b> Canteras a Cielo Abierto.....	22
<b>Ilustración 6.</b> Agregado Fino .....	24
<b>Ilustración 7.</b> Agregados bajo condiciones de Humedad .....	29
<b>Ilustración 8.</b> Mapa de Localización de Cantera de Sacra Familia.....	77
<b>Ilustración 9.</b> Mapa de Localización de Cantera Cochamarca .....	78
<b>Ilustración 10.</b> Extracción de hormigón de segundo lavado de cant. Sacrafamilia mediante maquinaria pesada .....	79
<b>Ilustración 11.</b> Extracción de hormigón de segundo lavado de cant. Sacrafamilia mediante maquinaria pesada .....	80
<b>Ilustración 12.</b> Extracción de hormigón de la cantera Cochamarca .....	81
<b>Ilustración 13.</b> Vista de la cantera Cochamarca.....	81

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

En el proceso de elaboración del concreto, es donde se establece la resistencia a desarrollarse mediante el diseño de mezcla. El cual los agregados ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto<sup>1</sup>. Las cuales en sus propiedades afectan en gran medida las propiedades finales de desarrollo de la resistencia del concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su

---

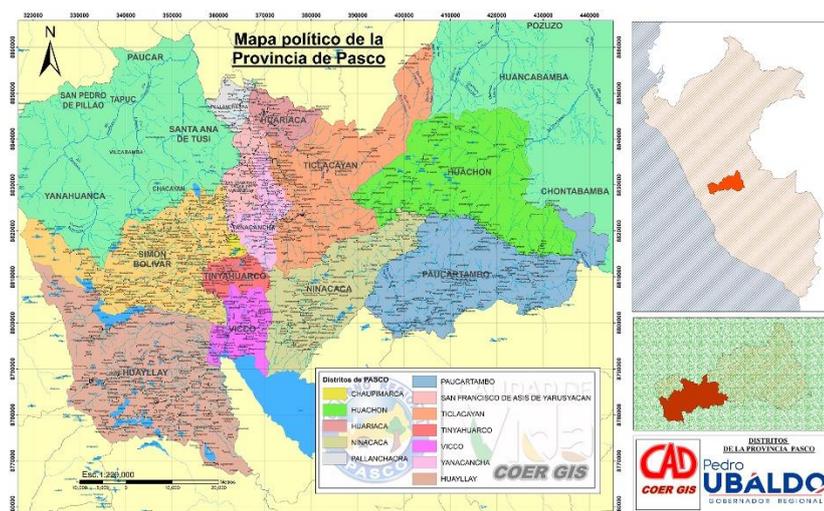
<sup>1</sup> Enrique Rivva Lopez / Naturaleza y Materiales del Concreto, pag. 16.

superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materiales orgánicas, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento<sup>2</sup>.

En la provincia y región de Pasco existe canteras de extracción de agregados las cuales en la actualidad siendo las más importantes a nivel de extracción en volumen son: las canteras “Cochamarca y Sacra Familia”. Cabe mencionar la explotación de dichas canteras se lleva a cabo sin ningún control de calidad, no se asegura que el material obtenido cumpla con los requisitos de las normas técnicas vigentes. Por lo detallado resulta indispensable realizar y plantear un estudio de la influencia de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos, tomando en cuenta las normas ASTM Y las NTP correspondientes.

## 1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA



**Ilustración 1.** Mapa de la Provincia de Pasco  
**FUENTE:** Gobierno Regional de Pasco

<sup>2</sup> Flavio Abanto Castillo / Tecnología del Concreto. Pag. 23.

## 1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO



*Ilustración 2. Mapa de Localización de Cantera de Sacra Familia*

FUENTE: <https://www.google.com/maps/>



*Ilustración 3. Mapa de Localización de Cantera Cochamarca*

FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la influencia de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia", en la resistencia a la compresión de  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en la provincia y región de Pasco?

#### **1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS**

- ¿Cómo influye las características físicas de los agregados extraídos "Cochamarca y Sacrafamilia" en la resistencia a la compresión?
- ¿Cómo influye las características mecánicas de los agregados extraídos "Cochamarca y Sacrafamilia" en la resistencia a la compresión?
- ¿Cuáles es la resistencia mecánica del concreto elaborado con los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia"?

### **1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVOS GENERAL**

Determinar de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en la provincia y región de Pasco.

#### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características físicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia" y su influencia en la resistencia a la compresión.
- Determinar las características físicas de los agregados extraídos "Cochamarca y Sacrafamilia" en la resistencia a la compresión.
- Determinar la resistencia mecánica del concreto elaborado con los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia".

#### 1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

- **Conveniencia:** (¿Para qué sirve la investigación?)

Para determinar que el tipo de agregado utilizado es eficaz en las operaciones constructivas realizadas en obra.

- **Relevancia social:** (¿Qué proyección social tiene?)

Hacer de este conocimiento parte del conocimiento de las personas que desean realizar construcciones con agregados de óptima calidad.

- **Implicaciones prácticas:** (¿Ayudara a resolver algún problema práctico?)

#### 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- El presente trabajo de investigación se limita al estudio de los agregados extraídos de las canteras Cochamarca y Sacrafamilia.

- Los resultados logrados son válidos solamente en la región de Pasco, provincia de Pasco.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

El presente proyecto de investigación tiene antecedentes en las siguientes investigaciones:

**TEMA** : Agregados de la cantera jubones y su influencia en la resistencia del hormigón, empleado en la construcción de obras civiles.

**AUTOR** : CABRERA CARREÑO PEDRO BENITO

**INSTITUCIÓN** : Universidad Técnica de Machala

**AÑO** : 2017

**RESUMEN** : En la actualidad, el área de la construcción ha sufrido un crecimiento y desarrollo que requiere

de proyectos urbanísticos que denoten el crecimiento poblacional que ha surgido en la ciudad de Machala, el mismo que requiere de materiales óptimos que garanticen las estructuras de las viviendas. Debido a esto el presente trabajo de titulación “AGREGADOS DE LA CANTERA JUBONES Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGON, EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES”, se enfoca en la necesidad de realizar el estudio de los agregados extraídos de la cantera del Jubones y la influencia que tienen en la resistencia del hormigón, mismo que se emplea en la construcción de obras civiles, lo cual genera el desarrollo laboral en la ciudad de Machala.

El sector de la construcción es uno de los más beneficiados en este proceso de desarrollo debido a la demanda acrecentada de quienes necesitan un espacio para habitar, lo que genera el uso de este tipo de agregados conformados por material resistente y calificado para el proceso de edificación de viviendas.

- TEMA** : Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.
- AUTOR** : Bach. Lozada Tiglla Edwar Francis
- INSTITUCIÓN** : Universidad Señor de Sipan
- AÑO** : 2018
- RESUMEN** : La presente investigación se desarrolló con la finalidad de analizar la calidad de los agregados que contienen las canteras Hualango, teniendo como objetivo principal, Realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba, características que brindaron información valiosa para la capacidad de servicio y mantenimiento de la estructura a largo plazo. El tipo de investigación que se aplicó fue de tipo exploratoria, ya que por primera vez se realizó E.M.S.

Se evaluó detalladamente la importancia de los agregados, y se determinó que la cantera La loma presenta un CBR al 100% = 46.0%, y un % del desgaste a la abrasión= 68.6%, la cantera Las Paguillas presenta un CBR al 100% = 47.4%, y un % del desgaste a la abrasión= 54.26%.

En esta investigación se desarrolló los ensayos: Contenido de humedad, Análisis granulométrico, límites líquido, límite plástico, índice de plasticidad, Clasificación de suelos, Proctor modificado, CBR, abrasión de los Ángeles y contenido de sales solubles totales, ya que los resultados son admisibles según norma del MTC que rigen a cada ensayo.

El material proveniente de la cantera La Loma y cantera Las paguillas se combinó con el material de la cantera Limones, mejorando así sus características físicas y mecánicas, obteniendo un CBR mayor al 40% y un % del desgaste a la abrasión menor al 50 %. Por lo tanto se garantiza que

el material combinado, se puede utilizar como material de afirmado en carreteras.

**TEMA** : Determinación de las propiedades Físicas de los agregados de tres Canteras y su influencia en la Resistencia del concreto normal con Cemento portland tipo I. (sol)

**AUTOR** : ARRASCUE AREVALO NAHUM  
ASUNCIÓN

**INSTITUCIÓN** : Universidad Ricardo Palma

**AÑO** : 2011

**RESUMEN** : Debido al desarrollo de la construcción civil. Es importante el estudio del concreto por ser un material estructural más extensamente usado hoy en el mundo.

En nuestro país se ejecutan construcciones tal como edificios, puentes, carreteras, reservorios, etc. que generan el desarrollo urbano. Siendo necesario para estas construcciones el estudio de las propiedades del concreto tales como la compresión, tracción y flexión.

La técnica actual de los tipos de construcción exige la predeterminación de las

propiedades del concreto con la mayor garantía de este. De todas las propiedades del concreto la más importante y usada es la resistencia a la compresión.

Aunque la relación agua/cemento es importante para determinar la resistencia del concreto, factores tales como la compactación, condiciones de curado, tamaño del agregado y sus características minerales, los aditivos, la geometría de los especímenes. la condición de humedad, el tipo de esfuerzo y la velocidad de aplicación de la carga pueden tener también un efecto importante en la resistencia.

Es por ello que estudiaremos una de las características del agregado, que es el tamaño, que se sabe que afecta la resistencia del concreto en varios grados. Además, por consideraciones teóricas puede anticiparse que independientemente de la relación agua/ cemento, el tamaño, la forma, la textura de la superficie, la granulometría y tipo de mineral afectan la resistencia del concreto.

- TEMA** : Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la Resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles.
- AUTOR** : ZULY OLARTE BULEJE
- INSTITUCIÓN** : Universidad Tecnológica de los Andes
- AÑO** : 2017
- RESUMEN** : La presente tesis, "ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE LAS PRINCIPALES CANTERAS DE LA CIUDAD DE ANDAHUAYLAS Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES.", se realizó estudiando tres canteras o minas que son explotadas en la ciudad de Andahuaylas, para producir concreto, las mismas que son: Cantera ALTAMIRANO, cantera SANTA LUCIA y la cantera ESPINOZA, las mismas que abastecen de material pétreo para la construcción de obras civiles en la ciudad de Andahuaylas y sus alrededores.

La investigación consistió en acudir a las minas antes nombradas y obtener material pétreo con el consentimiento de los propietarios de las mismas, estas muestras fueron llevadas al Laboratorio de Materiales de CONSTRUCTORES Y CONSULTORES GENERALES "JFA" Andahuaylas. En donde pasaron por diversos ensayos con la finalidad de obtener sus propiedades mecánicas.

Una vez obtenidas las propiedades mecánicas de las muestras en estudio se procedió a realizar el cálculo de la dosificación para el concreto de diferentes resistencias a compresión y asentamientos, mediante el método A.C.I. (American Concrete Institute), con la norma A.C.I. 211.1, basada en la norma ASTM C33, donde se explica el procedimiento para optimizar la granulometría en las mezclas de concreto; con estas dosificaciones se elaboraron probetas de concreto de diferentes resistencias a compresión y todos para un asentamiento de 6 a 9 cm que es el

tipo de concreto más común empleado en obras civiles. Finalmente estos cilindros fueron ensayados a compresión para obtener su respectiva resistencia y comprobar si cumplían con lo establecido por la dosificación aplicada.

- TEMA** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para el uso en el diseño de concreto  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$  de la cantera Santa Rosa Jaén.
- AUTOR** : PÉREZ OLIVOS DIGSON GREY
- INSTITUCIÓN** : Universidad Nacional de Cajamarca
- AÑO** : 2014
- RESUMEN** : La presente investigación tiene como problema ver si los agregados de la cantera Santa Rosa cumplen con las propiedades físicas y mecánicas para diseñar un concreto  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$ , lo que nos traza un objetivo de evaluar propiedades antes mencionadas, el procedimiento a toda esta investigación, consistió en extraer muestras de agregado fino y grueso de la cantera antes mencionada, para luego realizar ensayos de evaluación en

el laboratorio de suelos, obteniéndose los siguientes resultados: Contenido de humedad del agregado fino es 2,72%, agregado grueso 0,56%, peso específico del agregado fino es  $2,55 \text{ g/cm}^3$ , agregado grueso  $2,78 \text{ g/cm}^3$ , el porcentaje de absorción para el agregado fino es 2,25%, agregado grueso 0,92%, el peso unitario suelto para el agregado fino es  $1,61 \text{ g/cm}^3$ , agregado grueso  $1,39 \text{ g/cm}^3$ , el peso unitario seco varillado para el agregado fino es  $1,76 \text{ g/cm}^3$ , agregado grueso  $1,55 \text{ g/cm}^3$ , abrasión por la máquina de los ángeles para el agregado grueso es 21,45 % de desgaste, contaminación del agregado fino es 3.7%, agregado grueso 0,51 %, análisis de PH para el agregado fino es 8,1, agregado grueso 8.2; sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$  agregado fino es 65,3 ppm, agregado grueso 61.4 ppm, cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) para el agregado fino es 41.5 ppm, agregado grueso 39,1 ppm, todos los análisis químicos a una temperatura de 20 oc. Estos resultados se verifican con las especificaciones técnicas correspondientes, llegando a determinar que los agregados evaluados cumplen las

propiedades físicas y mecánicas para el diseño de un concreto  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

- TEMA** : “Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector el milagro - huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017”
- AUTOR** : Br. José Abel Castro Pacheco  
Br. Mílary Jazmín Vera Castillo
- INSTITUCIÓN** : Universidad Privada del Norte
- AÑO** : 2017
- RESUMEN** : La presente investigación, se desarrolló con el objetivo de analizar la influencia de las características de los agregados de las canteras del sector El Milagro - Huanchaco; y así obtener las condiciones en las cuales se encuentran los agregados procedentes de las diferentes canteras que se utilizan para la construcción en la ciudad de Trujillo. Esta investigación se basa en la necesidad de obtener información de las características de los agregados fino y grueso  $\frac{3}{4}$ ” extraídos de cuatro canteras, de las cuales dos son formales y dos informales, ubicadas en el Sector El

Milagro - Huanchaco. Para analizar las características que cuenta cada agregado, se realizarán ensayos físicos, químicos y mecánicos de acuerdo con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037), basada en la norma de la Sociedad Americana de Prueba de Materiales (ASTM C33) como: humedad, peso específico, absorción, peso unitario, contenido de vacíos, arena equivalente, granulometría, cloruros, reactividad agregado/álcali, durabilidad a los sulfatos y abrasión. Tener la información acerca de las características de los agregados de las canteras será de mucha utilidad para los constructores, entidades públicas y usuarios particulares ya que conocerán la fiabilidad de los agregados empleados. Al realizar los ensayos básicos (físicos), se obtuvieron resultados desfavorables en todas las canteras estudiadas, los cuales no cumplían con los parámetros establecidos por la norma. Los problemas principales encontrados fueron el exceso del contenido de finos y alta cantidad de partículas con tamaño superior al máximo

nominal de  $\frac{3}{4}$ ", para lo cual se realizaron modificaciones con la intención de optimizar el material, realizando una segunda etapa de ensayos, las modificaciones realizadas alteraron de forma positiva las características físicas y mecánicas de los agregados, cumpliendo con los requerimientos de calidad. Siendo la mejor cantera "Rubio - Jaén" para el agregado fino y "Calderón" para el agregado grueso, obteniendo los siguientes resultados: humedad 0.6% y 0.4%, absorción 1.5%, peso específico  $2650 \text{ kg/m}^3$  y  $2760 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario compacto  $1780 \text{ kg/cm}^3$  y  $1470 \text{ kg/m}^3$  respectivamente para cada agregado, respecto a la granulometría el agregado fino se encuentra cercano a los límites del huso, con un módulo de finura de 2.9. Al analizar las características químicas se obtuvo que los agregados cumplen con los límites siendo 7.0% y 9.0% el ataque por sulfato de magnesio del agregado fino y grueso respectivamente y para el ensayo de reacción álcali-agregado por el método químico se obtuvo que son

potencialmente deletéreos, según la clasificación de la norma NTP 334.099:2011.

En el ensayo de abrasión por el método de desgaste Los Ángeles se obtuvo un 11% y 23% para el agregado grueso de ambas canteras.

## **2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS**

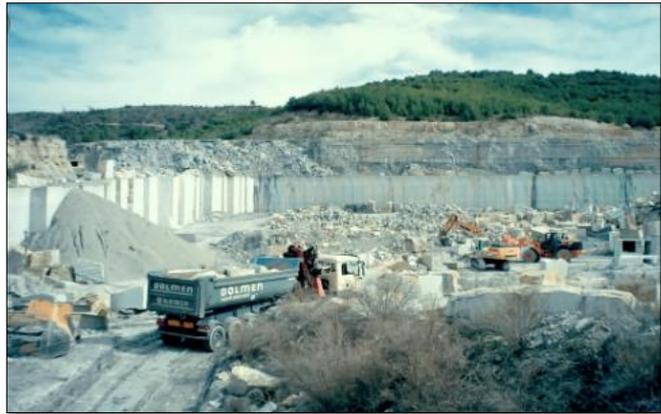
### **2.2.1. CANTERA**

#### **2.2.1.1. DEFINICION**

Yacimiento o depósito de material de origen rocoso y mineral, el cual desde el punto de vista de los materiales se dividen en:

- Yacimientos Transportado: Los cuales provienen de: Depósitos Aluviales, Glaciares, Coluviales, Aluvio – Coluviales.
- Yacimientos de Roca Maciza: O también se les denomina de Cerro. Los mismos que para ser aprovechados tienen que ser tratados por métodos de trituración. Los cantos rodados, desgastados por las aguas, se van acumulando al pie de los acantilados. Las playas de arena se acumulan en bahías tranquilas. En el fondo del mar, las partículas más finas se depositan en anchas franjas de sedimentos, extendiéndose los más tenues

de ellos por la plataforma continental, e incluso sobrepasando su borde hacia el fondo oceánico más profundo. Todos estos depósitos son ejemplo de rocas sedimentarias en vías de formación.<sup>3</sup>



**Ilustración 4. Cantera**

#### **2.2.1.2. TIPOS**

Se pueden clasificar dependiendo del tipo de explotación, el material que se quiera explotar y su origen.<sup>4</sup>

##### **Según el tipo de explotación:**

- Canteras a Cielo Abierto:

En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro.

---

<sup>3</sup> Estudio tecnológico de canteras en Cajamarca agregados y rocas ornamentales,UNC, Pag.20

<sup>4</sup> Estudio tecnológico de canteras en Cajamarca agregados y rocas ornamentales,UNC, Pag.20-21

En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno (Pit).

- Canteras Subterráneas.



***Ilustración 5. Canteras a Cielo Abierto***

**Según el material a explotar:**

- De Materiales Consolidados o Roca.
- De Materiales no Consolidados como suelos, saprolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas.

**Según su origen:**

- Canteras Coluviales
- Canteras de origen Glaciar
- Canteras de origen Eólico

## 2.2.2. AGREGADO FINO

### 2.2.2.1. DEFINICIÓN

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas y cumple con la norma **NTP – 400.037**. La granulometría del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo.

5

El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N° 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla. En pastas ricas en material cementante, este porcentaje puede disminuir, mientras que las pastas pobres requieren importante cantidad de material fino. Se recomienda que el agregado fino tenga un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1.

Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección

---

<sup>5</sup> Tesis - determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados,UNC, Pag.11

de las proporciones de la mezcla. Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.<sup>6</sup>



***Ilustración 6. Agregado Fino***

#### **2.2.2.2. NORMAS**

- NTP 400.022:1979 AGREGADOS. método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino.
- NTP 400.0117:1999 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario dl agregado.
- NTP 400.012:2001 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

---

<sup>6</sup> Tesis - determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados,UNC, Pag.11

- NTP 400.010:2001 AGREGADOS.  
Extracción y preparación de las muestras.
- NTP 339.185:2001 AGREGADOS. Método de ensayo para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- NTP 400.011:1976 AGREGADOS.  
Definiciones y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos
- NTP 400.037:2000 AGREGADOS.  
Requisitos
- NTP 350.001:1970 TAMICES DE ENSAYO
- ASTM C 702:1998 Standard Practice for Reducing Field Samples of Aggregates to Testing Size
- ASTM D 448:1998
- ASTM D 2234:1999 Standard Practice for Test Method for Collection of a Gross Sample of Coal.
- ASTM D-3665:1999 Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials
- ASTM E 105-58:1996 Standard Practice for Probability Sampling of Materials

- ASTM E 122:1999 Standard Practice for Choice of Sample Size to Estimate the Average Quality of a Lot of Process
- ASTM E 141-91:1997 Standard Practice for Acceptance of Evidence Based on the Results of Probability Sampling.

### **2.2.2.3. GRANULOMETRÍA**

La granulometría es la distribución de las partículas de materiales granulares de varios tamaños que generalmente se expresa en términos de porcentajes acumulados mayores o menores que cada una de las series de tamaños o de aberturas de mallas, o los porcentajes entre ciertos rangos de aberturas de mallas.

Los Agregados Finos según la Norma ASTM C - 33 y la NTP 400.037 deberán cumplir con las GRADACIONES establecidas en la NTP 400.012 y ASTM C136/C33 respectivamente.

En esta investigación nos basaremos en las Normas Peruanas con mención de sus equivalentes de acuerdo al ASTM.

**Tabla 1. Requisitos Granulométricos para Agregados Finos según NTP 400.012**

Malla	Porcentaje que pasa (%)
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (N° 4)	95 - 100
2.36 mm (N° 8)	80 - 100
1.18 mm (N° 16)	50 - 85
600 μm (N° 30)	25 - 60
300 μm (N° 50)	10 - 30
150 μm (N° 100)	2 - 10

**Fuente:** Estudio de las propiedades del concreto en estado Fresco y endurecido, UNI

#### **2.2.2.4. MÓDULO DE FINEZA**

El Módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un Agregado. Y se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en cada una de las mallas de la serie especificada y dividiendo la suma entre 100. Por otro lado, el Módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un Agregado. Y se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en cada una de las mallas de la serie especificada y dividiendo la suma entre 100.

#### **Ecuación 1. Módulo de Fineza**

$$M.F = \frac{\sum Ret. Acum. (3, 1\ 1/2, 3/4", N^{\circ}4 - 8 - 16 - 30 - 50 y 100)}{100}$$

### **2.2.2.5. DENSIDAD RELATIVA**

El peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control, por ejemplo, en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado. Generalmente no se le emplea como índice de calidad del agregado, aunque ciertos agregados porosos que exhiben deterioro acelerado a la congelación-deshielo tengan pesos específicos bajos. La mayoría de los agregados naturales tienen densidades relativas entre 2.4 y 2.9 (ASTM e 128).

#### ***Ecuación 2. Densidad Relativa***

$$Dr = \frac{Ws}{Ws + Wmw + Wmwa}$$

Donde :

Dr : Densidad relativa o Gravedad específica.

Ws : Peso seco de la arena.

Wmw : peso del matraz + agua hasta la marca de aforo

Wmwa : peso del matraz + agua + arena.

### 2.2.2.6. ABSORCIÓN

Es cantidad de agua que absorbe la arena para concreto, expresando está en porcentaje con respecto al peso seco de la arena (ASTM e 128).

#### **Ecuación 3. % de Absorción**

$$Absorcion = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

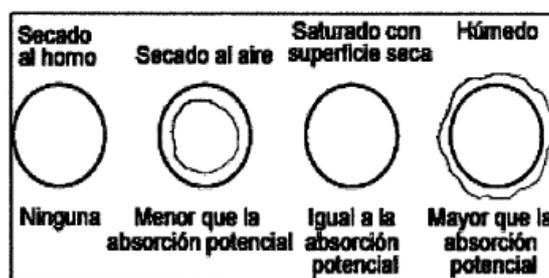
Donde :

$W_{sss}$  : peso de la muestra saturada con superficie seca.

$W_s$  : peso seco al horno.

### 2.2.2.7. CONTENIDO DE HUMEDAD

Los Agregados se presentan bajo diferentes condiciones de humedad, es decir: seco al aire, saturado superficialmente seco y húmedo, tal como a continuación se muestra:



**Ilustración 7.** Agregados bajo condiciones de Humedad

**Fuente:** Manual de prácticas del laboratorio de concreto.

El contenido de humedad se define entonces como la cantidad de agua que posee un material en estado natural en un momento determinado.

Este es un factor muy importante a considerar para el Diseño de un buen Concreto, ya que esta característica cambia con el clima y de una pila a otra, por ello se recomienda que el contenido de humedad debe medirse con frecuencia cada vez que se va a fabricar Concreto para hacer los Ajustes correspondientes a nuestro Diseño y mantener constante nuestra relación a/c.

Según la NTP 339.185 el Contenido de Humedad está dado por la siguiente expresión:

***Ecuación 4. Contenido de Humedad***

$$C.H. (\%) = \frac{(\text{Peso Natural} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

**2.2.2.8. SUPERFICIE ESPECIFICA**

La Superficie Específica se define como la suma de áreas superficiales de las partículas del Agregado por unidad de peso, considerándose para ello. que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y

quedan retenidos en el otro es igual al promedio de las dos aberturas.

Si la granulometría de los Agregados combinados se modificara de manera tal que la Superficie Específica cambiara, se podría obtener un Concreto con Propiedades diferentes, pero si la Superficie Específica se mantuviese constante entonces las Propiedades del Concreto serían las mismas.

***Ecuación 5. Superficie Específica***

$$S.E = \frac{6x \left( \frac{\% \text{ Retenido}}{\text{Diametro Medio}} \right) \text{ cm}^2 / \text{g}}{100 \times P.E.}$$

**Donde:**

***P.E. = Peso específico***

***S.E. = Superficie Específica***

***Diámetro Medio = Promedio de la malla en uso y su precedente***

***% Retenido = Porcentaje retenido en cada malla***

**2.2.2.9. PESO ESPECÍFICO**

Se define como la relación entre el peso del material y su volumen, lo que lo diferencia del Peso Unitario es que éste no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material.

Por otro lado, el peso específico también es un indicador de calidad, ya que los que presentan valores bajos indican que es un material poroso,

absorbente y débil, mientras que los valores altos indican materiales de buen comportamiento, esto no siempre es seguro, por ello se recomienda que la calidad se verifique por otros Ensayos.

#### **2.2.2.10. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**

Se denomina también peso volumétrico del Agregado, y no es más que el peso que alcanza un determinado volumen unitario de material generalmente expresado en kilos por metro cúbico. Este valor es requerido para clasificar el Agregado en liviano, normal y pesado, al igual que calcular el contenido de vacíos y para convertir cantidades en volumen y viceversa.

Dentro del Peso Unitario existen dos tipos:

**1. Peso Unitario Suelto:** El Agregado es llenado en el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

**2. Peso Unitario Compactado:** El Agregado es llenado en tres capas y cada una de ellas es compactada con 25 golpes por una varilla estandarizada.

## **2.2.3. AGREGADO GRUESO**

### **2.2.3.1. DEFINICIÓN**

Se llama agregado grueso a la piedra chancada que debe provenir de piedra o grava ya sea rota o chancada. La piedra, que es de grano duro y compacto, debe estar limpia de polvo, barro, marga u otra sustancia de carácter deletéreo. Asimismo, la piedra necesita ser totalmente partida, angulosa y de tamaño uniforme.<sup>7</sup>

### **2.2.3.2. NORMAS**

- NTP 400.0117:1999 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- NTP 400.012:2001 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- NTP 400.010:2001 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.
- NTP 339.185:2001 AGREGADOS. Método de ensayo para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

---

<sup>7</sup> Tesis - Diseños de mezclas de concreto con curado acelerado por el método de agua caliente, UCSM, Pag.45

- NTP 400.011:1976 AGREGADOS.  
Definiciones y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos
- NTP 400.037:2000 AGREGADOS.  
Requisitos
- NTP 350.001:1970 TAMICES DE ENSAYO
- ASTM C 702:1998 Standard Practice for Reducing Field Samples of Aggregates to Testing Size
- ASTM D 448:1998
- ASTM D 2234:1999 Standard Practice for Test Method for Collection of a Gross Sample of Coal.
- ASTM D-3665:1999 Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials
- ASTM E 105-58:1996 Standard Practice for Probability Sampling of Materials
- ASTM E 122:1999 Standard Practice for Choice of Sample Size to Estimate the Average Quality of a Lot of Process
- ASTM E 141-91:1997 Standard Practice for Acceptance of Evidence Based on the Results of Probability Sampling.

### **2.2.3.3. GRANULOMETRÍA**

La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del Concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la Mezcla.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del Agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del Agregado que pase la malla de 1/4".

Según la norma ASTM e 33 y NTP 400.037 se establecen 13 husos para el Agregado Grueso, el cual se definirá de acuerdo a la granulometría del Agregado en la cual este sea aceptable. Los husos granulométricos representan los rangos dentro de los cuales deben encuadrarse determinada gradación para obtener la distribución de partículas más adecuadas para el Concreto y que en teoría producen Mezclas más densas y mejor gradadas, permitiendo de esta manera una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de Mezcla. A continuación, se muestran los Requisitos de Granulometría

establecidos de acuerdo a las normas NTP 400.037  
y ASTM C 33:

**Tabla 2.** Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso- NTP 400.037

ASTM	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS																		
		101.6/mm 4"	88.9/mm 3 1/2"	76.2/mm 3"	63.5/mm 2 1/2"	50.8/mm 2"	38.1/mm 1 1/2"	25.4/mm 1"	19.1/mm 3/4"	12.7/mm 1/2"	9.5/mm 3/8"	4.75/mm N° 4	2.36/mm N° 8	1.18/mm N° 16						
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	100	90	100	25	60	0	15	0	5									
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	100	90	100	35	70	0	15	0	5							
3	50 mm a 25 mm (2" a 1")				100	100	90	100	35	70	0	15	0	5						
357	50 mm a 4.75 mm (2" a N° 4)				100	100	95	100	35	70	10	30	0	5						
4	37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")					100	100	90	100	20	55	0	15	0	5					
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N° 4)					100	100	95	100	35	70	10	30	0	5					
5	25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")						100	100	90	100	20	55	0	10	0	5				
56	25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")							100	100	90	100	40	85	10	40	0	15	0	5	
57	25 mm a 4.75 mm (1" a N° 4)							100	100	95	100	25	60	0	10	0	5			
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")								100	100	90	100	20	55	0	15	0	5		
67	19 mm a 4.75 mm (3/4" a N° 4)								100	100	90	100	20	55	0	10	0	5		
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N° 4)									100	100	90	100	40	70	0	15	0	5	
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a N° 8)										100	100	85	100	10	30	0	10	0	5

**Fuente:** Estudio de las propiedades del concreto en estado Fresco y endurecido, UNI.

### 2.2.3.4. SUPERFICIE ESPECIFICA

En el caso de la Superficie Específica del Agregado Grueso, este se calcula bajo el mismo criterio:

**Ecuación 6.** Superficie Específica

$$S.E = \frac{6x \sum \frac{\% \text{Retenido}}{\text{Diametro Medio}}}{100 x P.E.} \text{ cm}^2/\text{gr}$$

Donde:

S.E. = Superficie Específica

P.E. = Peso específico

% Retenido = Porcentaje que queda retenido en la malla en estudio

### 2.2.3.5. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

#### Peso Específico

En el caso de los Agregados Gruesos, los cálculos son bajo los mismos criterios del agregado fino.

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen, sin considerar sus vacíos.

#### *Ecuación 7. Peso Específico de Masa*

$$P_{em} = \frac{A}{B - C}$$

Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa. En el Sistema Técnico, se mide en kilopondios por metro cúbico ( $kg/cm^3$ ). En el Sistema Internacional de Unidades, en Newton por metro cúbico ( $N/m^3$ ) (ASTM e 128).

#### Peso Específico Aparente.

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada libre de gas, a una temperatura especificada.

Cuando el material es un sólido, se considera el volumen de la porción impermeable (ASTM C 128).

**Ecuación 8. Peso Específico Aparente**

$$P_{em} = \frac{A}{A - C}$$

**Peso Específico de Masa.**

Viene a ser la relación entre la masa en el aire de un volumen unitario del material permeable (Incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material), a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual de agua destilada, libre de gas y a una temperatura especificada, según la norma el agregado debe de estar dentro de los límites de 2,3 a 2,9  $g/cm^3$  (ASTM C 128).

**Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca.**

Tiene la misma definición que el Peso Específico de Masa, con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables (ASTM C 128).

**Ecuación 9. Peso Específico de Masa SSS**

$$P_{emsss} = \frac{500}{B - C}$$

**2.2.3.6. ABSORCIÓN**

Capacidad que tienen los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura

interna, al ser sumergidos durante 24 horas en ésta, depende de la porosidad.

Esta particularidad de los agregados, que dependen de la porosidad, es de suma importancia para realizar correcciones en las dosificaciones de mezclas de concreto. Además, esta influye en otras propiedades del agregado, como la adherencia con el cemento, la estabilidad química, la resistencia a la abrasión y la resistencia del concreto al congelamiento y deshielo. Es aconsejable, determinar el porcentaje de absorción entre los 10 y 30 primeros minutos, ya que la absorción total en la práctica nunca se cumple (ASTM C 128).

***Ecuación 10. Porcentaje de Absorción***

$$Ab\% = \frac{B - A}{A} \times 100$$

**2.2.3.7. CONTENIDO DE HUMEDAD**

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad se exprese como porcentaje de la muestra seca (en estufa), se denomina Porcentaje de humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos, y varían con el estado del

tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla (ASTM D 2216).

**Ecuación 11.** Porcentaje de Absorción

$$W\% = \frac{W_{mh} - W_{ms}}{W_{ms}} \times 100$$

Dónde:

$W_{mh}$ : peso de la muestra humedad (%)

$W_{ms}$ : peso de la muestra seca (g)

$W$  (%): contenido de humedad (g)

## **2.2.4. CONCRETO**

### **2.2.4.1. DEFINICIÓN**

El concreto es un material durable y resistente, pero, dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular para exteriores. Ya sea que adquiera la forma de un camino de entrada amplio hacia una casa moderna, un paso vehicular semicircular frente a una residencia, o una modesta entrada delantera, el concreto proporciona solidez y

permanencia a los lugares donde vivimos. El concreto de uso común, o convencional, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como una revoltura de concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.<sup>8</sup>

#### **2.2.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO.**

A continuación, se citan algunas de las características más usuales del concreto.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Página web, [www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto.shtml](http://www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto.shtml).

<sup>9</sup> Página web, [www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/](http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/).

#### **2.2.4.2.1. TRABAJABILIDAD.**

La facilidad de colocar, consolidar y acabar al concreto recién mezclado, se denomina trabajabilidad.

El concreto debe ser trabajable pero no se debe segregar excesivamente. El sangrado es la migración del agua hacia la superficie superior del concreto recién mezclado provocada por el asentamiento de los materiales sólidos– cemento, arena y piedra dentro de la masa. El asentamiento es consecuencia del efecto combinado de la vibración y de la gravedad.

Un sangrado excesivo aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie superior, pudiendo dar como resultado una capa superior débil de baja durabilidad, particularmente si se llevan a cabo las operaciones de acabado mientras está presente el agua de sangrado. Debido a la tendencia del concreto recién mezclado a segregarse y sangrar, es importante transportar y colocar cada carga lo más cerca posible de su posición final.

El aire incluido mejora la trabajabilidad y reduce la tendencia del concreto fresco de segregarse y sangrar.

Para una trabajabilidad y una cantidad de cemento dado, el concreto con aire incluido necesita menos agua de mezclado que el concreto sin aire incluido. La menor relación agua–cemento, que es posible lograr en un concreto con aire incluido, tiende a compensar las resistencias mínimas inferiores del concreto, particularmente en mezclas con contenidos de cemento pobres e intermedios.<sup>10</sup>

#### **2.2.4.2.2. RESISTENCIA**

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial, Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado ( $kg/cm^2$ ).

Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas

---

<sup>10</sup> Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com).

especímenes de mortero o de concreto. La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseños de puentes, edificios y otras estructuras.

El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 y 350 kg/cm<sup>2</sup>. Un concreto de alta resistencia tiene un aguante a la compresión de cuando menos 420 kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a la flexión del concreto se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y otras losas sobre el terreno.

La resistencia a la compresión se puede utilizar como índice de la resistencia a la flexión, una vez que entre ellas se ha establecido la relación empírica para los materiales y el tamaño del elemento en cuestión. La resistencia a la flexión, también llamada módulo de ruptura, para un concreto de peso normal se aproxima a menudo de 1.99 a 2.65 veces el valor de la raíz

cuadrada de la resistencia a la compresión.

11

#### **2.2.4.2.3. DURABILIDAD**

Cuando el concreto no se deteriora con el paso del tiempo, se afirma que el concreto es durable. La falta de durabilidad puede deberse al medio al que está expuesto el concreto o a causas internas del mismo. Las causas externas pueden ser físicas, químicas o mecánicas (temperaturas externas, acción electrolítica, abrasión, gases industriales, etc.). El grado de deterioro dependerá de la calidad del concreto, aunque en condiciones extremas, cualquiera que esté mal protegido se daña.

12

#### **2.2.4.2.4. ELASTICIDAD**

Se dice que un material es perfectamente elástico si sufre deformaciones unitarias en el momento de aplicar un esfuerzo y desaparecen al quitarlo. Esta definición no implica una relación lineal de esfuerzo-

---

<sup>11</sup> Página web, [www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/](http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/).

<sup>12</sup> Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com).

deformación unitaria. Un comportamiento elástico con una relación no lineal de esfuerzo-deformación unitaria se presenta, por ejemplo, en el vidrio y algunas rocas.

Las propiedades del agregado también influyen sobre el módulo de elasticidad, aunque por lo general no afecta la resistencia a la compresión: mientras más alto sea el módulo de elasticidad del agregado mayor será el módulo del concreto resultante.

La magnitud de las formaciones unitarias observadas y la curvatura de la relación esfuerzo-deformación unitario dependen al menos de una parte, de la velocidad de aplicación de la carga.

Cuando el esfuerzo se aplica con rapidez extrema, las deformaciones unitarias se reducen mucho y la inflexión de la curva de esfuerzo-deformación unitaria llega a ser muy pequeña.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Página web, [www.cemex.com](http://www.cemex.com)

### **2.2.4.3. TIPOS.**

#### **2.2.4.3.1. CONCRETO LIGERO**

Este concreto tiene características propias que, mediante el empleo de áridos porosos o provocando artificialmente su porosidad, es más ligero que el concreto convencional de cemento, arena y grava y que por mucho tiempo ha sido el material más usado en las construcciones.

Es un concreto cuya densidad superficialmente seca no es mayor de 1600 kg/m<sup>3</sup>. En caso de que el concreto ligero sea con refuerzo, el peso cambia a 1840 kg/m<sup>3</sup> o mayores. A pesar de su gran peso, sigue siendo ligero a comparación del normal que oscila entre 2400 y 2560 kg/m<sup>3</sup>, esto (su densidad) lo hace su principal característica.

Este tipo de concreto muestra muchas ventajas de uso, como lo son la reducción de cargas muertas, asegurar el aislamiento térmico y acústico, mayor rapidez de construcción y mayores costos de acarreo y transporte. Su uso hace posible la

construcción de edificios altos por el peso de gravitación sobre la cimentación.<sup>14</sup>

#### **2.2.4.3.2. CONCRETO REFORZADO**

Algunas veces, al concreto se le añaden aditivos o adicionantes con el fin de que se mejoren o modifiquen algunas propiedades, sin embargo, el concreto simple sin refuerzo es resistente a la compresión, pero débil a la tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural.

Para resistir tensiones, se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocado en zonas en las que se prevé que se desarrollarán tensiones bajo solicitaciones de servicio. El acero restringe el desarrollo de las grietas originadas por la poca resistencia a la tensión del concreto.

El concreto se fabrica en estado plástico, lo que obliga a utilizar moldes que lo sostengan mientras adquiere resistencia suficiente para que la estructura se auto soporte; lo anterior constituye una ventaja ya que da libertad de

---

<sup>14</sup> Página web, [www.cemex.com](http://www.cemex.com)

moldeabilidad y facilidad para lograrse la continuidad en la estructura.

Una estructura puede pensarse como un sistema de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada, como, por ejemplo: salvar un claro como en los puentes; encerrar un espacio, como en los distintos tipos de edificios o contener un empuje, como en los muros de retención, tanques o silos.

La estructura debe de cumplir la función a la que está destinada con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio, además de mantener el costo dentro de los límites de economía y satisfacer determinadas exigencias de estética.<sup>15</sup>

#### **2.2.4.3.3. CONCRETO PRESFORZADO**

El concepto original del concreto pre esforzado consistió en introducir en vigas suficiente pre compresión axial para que se

---

<sup>15</sup> Página web, [www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/](http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/).

eliminarán en el miembro cargado todos los posibles esfuerzos de tensión que obrarán en el concreto.

En la práctica actual de diseño se permite que haya esfuerzos de tensión en el concreto y hasta cierto agrietamiento limitado, igualmente puede controlarse la deflexión del miembro.<sup>16</sup>

#### **2.2.4.3.4. ARMADO (HORMIGON)**

Este es un concreto con acero de refuerzo destinado para elementos estructurales (trabes, losas, columnas, etc.) El armado le proporciona al concreto mayor resistencia a la tensión.

Es un material mezcla de cemento, agua, arena y grava que al fraguar y endurecer adquiere una consistencia similar a la de las mejores piedras naturales.

Puede considerarse como el conglomerante pétreo artificial que resulta de agregar grava a un mortero.

---

<sup>16</sup> Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com).

Mientras se mantiene en su estado plástico la mezcla recibe el nombre de concreto fresco y después de fraguar y endurecer el de concreto endurecido.

En todos sus estados, este material es siempre concreto en masa, del que se diferencian el concreto armado y el concreto pretensado, ambos de concreto en masa reforzado con armaduras de acero.<sup>17</sup>

#### **2.2.4.4. DISEÑO DE CONCRETO.**

Cuando se habla de diseño de mezclas nos estamos refiriendo, a la necesidad de conocer y determinar la dosificación de cada uno de los materiales que intervienen en una mezcla de concreto. Siendo el concreto un elemento que en su fase inicial es una mezcla plástica, que luego se transforma en una estructura sólida y resistente, cuyas características dependen de la dosificación de cada uno de sus componentes, entonces debemos determinar las cantidades relativas de materiales a ser usados en las mezclas de concreto; a fin de que dicha mezcla sea optima

---

<sup>17</sup> Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, [www.construaprende.com](http://www.construaprende.com).

tanto en su fase sólida como en la fase endurecida y cumpla los requerimientos de cada proyecto.

Esta dosificación o proporcionamiento puede realizarse mediante dos tipos de diseño.

- Diseños empíricos
- Diseños técnicos

Los diseños empíricos están basados en la experiencia; generalmente se usan en obras pequeñas y son las más comunes en uso.

Los diseños técnicos están basados en métodos ya establecidos; en los cuales se debe de conocer y determinar en forma experimental en laboratorio cada una de las propiedades de los materiales a emplearse, se considera también el costo, requisitos de buen acabado y colocación del concreto y principalmente deben de cumplir con las propiedades en estado fresco( asentamiento, peso unitario, contenido de aire, fluidez, exudación y tiempo de fraguado) como también en estado endurecido( resistencia, durabilidad, etc.). Para la presente investigación se realizará este último tipo de diseño. Un concreto es calificado de buena o mala calidad, de acuerdo a su resistencia en

compresión ( $f'c$ ) ya que este parámetro es de vital importancia ya que sobre el descansan teorías de diseño actual.<sup>18</sup>

#### **2.2.4.5. PASOS Y NORMATIVAS PARA DISEÑO DE CONCRETO**

##### **2.2.4.5.1. SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el ingeniero proyectista. La diferencia entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto realizado por el contratista y la inspección.<sup>19</sup>

##### **2.2.4.5.2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO**

La Norma **NTP 400.037** define al "Tamaño Máximo" como aquel que "corresponde" al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. La Norma **NTP**

---

<sup>18</sup> Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 43

<sup>19</sup> Libro de diseño de mezcla, Rivva, 2007, Pág. 57

**400.037** define al "Tamaño Máximo Nominal" como aquel que "corresponde" el menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

La **Tabla N°3** presenta las curvas granulométricas que corresponde a tamaños máximos nominales comprendidos entre 2" y 3/8". Esta Tabla corresponde a la clasificación de la Norma **ASTM C 33**.<sup>20</sup>

**Tabla 3. Selección del tamaño máximo nominal**

Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
2"	95-100	...	35-70	...	10-30	...	0.5	...
1 1/2"	100	95-100	...	35 - 70	...	10-30	0.5	...
1"	...	100	95 - 100	...	25 - 60	...	0.5	0.5
3/4"	...	...	100	90 - 100	...	20 - 55	0.5	0.5
1/2"	...	...	...	100	90 - 100	40 - 70	0.5	0.5
3/8"	...	...	...	...	100	85 - 100	0.5	0.5

**FUENTE:** Rivva, *Diseño de Mezclas*, 2007, pag.74

### 2.2.4.5.3. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

La determinación del asentamiento de las mezclas de concreto, empleando el método del Cono de Abrams, se efectuará siguiendo las recomendaciones de la Norma **NTP 39.035** o **ASTMC 143**. Se seguirá alguno de los siguientes criterios:

<sup>20</sup> Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 73 - 74

El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre tres y cuatro pulgadas (75mm a 100mm) si la consolidación es por vibración y de cinco pulgadas o menor (125mm o menos) si la compactación es por varillado. Se seleccionará el valor más conveniente empleando la Tabla N° 4 preparada por el Comité 211 del ACI.

Los rangos indicados en esta tabla corresponden a concretos consolidados por vibración. Deberá emplearse mezclas de la mayor consistencia compatible con una adecuada colocación.<sup>21</sup>

**Tabla 4. Selección de Asentamiento**

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatos y muros de cimentación armados.	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras.	3"	1"
Vigas y muros armados.	4"	1"
Columnas de edificios.	4"	1"
Losas y pavimentos.	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

**FUENTE:** Rivva, *Diseño de Mezclas*, 2007, pag.75-77

<sup>21</sup> Libro de diseño de mezcla, Rivva, 2007, Pág. 75 - 77

#### **2.2.4.5.4. SELECCIÓN DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora por unidad cúbica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está al estado seco.

No presentándose generalmente el agregado al estado seco, la cantidad de agua seleccionada deberá posteriormente ser corregida en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado.<sup>22</sup>

La **Tabla Nº 5** ha sido preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI. Ella permite seleccionar el volumen unitario de agua, para agregados al estado seco, en concretos preparados con o sin aire incorporado.

La **Tabla Nº 6** ha sido preparada, en su oportunidad, por el Departamento de concreto del laboratorio de Ensayos de

---

<sup>22</sup> Libro de diseño de mezcla, Riva, 2007, Pág. 79 - 83

Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Esta tabla permite calcular el volumen unitario de agua, tomando en consideración, además de la consistencia y el tamaño máximo nominal del agregado, el perfil del mismo.

**Tabla 5. Volumen Unitario de Agua**

Asentamiento	Agua en l/m <sup>3</sup> para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

**FUENTE:** Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.82

**Tabla 6. Volumen Unitario de Agua**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado en l/m <sup>3</sup> para los asentamientos y perfiles de agregados grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
½"	182	201	197	216	2119	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 ½"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

**FUENTE:** Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.83

#### 2.2.4.5.5. SELECCIÓN DE CONTENIDO DE AIRE

Las burbujas de aire pueden estar presentes en la pasta como resultado de las

operaciones propias del proceso de puesta en obra, en cuyo caso se le conoce como aire atrapado o aire natural; o pueden encontrarse en la mezcla debido a que han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado. <sup>23</sup> a determinación del contenido total de aire podrá efectuarse de acuerdo a los requisitos de las **Normas ASTM C 231, C 173 o C 138.**

La Norma **ASTM C 94** para concretos premezclados.

**Tabla 7. Contenido de Aire Atrapado**

<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	<b>Aire Atrapado</b>
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

**FUENTE:** Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.89

<sup>23</sup> Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 85 - 90

**Tabla 8.** Contenido de Aire Incorporado y Total

Tamaño Máximo Nominal	Contenido de Aire Total %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

**FUENTE:** Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.89

#### 2.2.4.5.6. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

La relación agua- cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las tablas, refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua.

24

**Tabla 9.** Relación agua - cemento por Resistencia

f'c (28 días)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

**FUENTE:** Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.95

<sup>24</sup> Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 91

#### **2.2.4.6. ELABORACION METODO ACI.**

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en tablas, permiten obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica de concreto.

Este procedimiento utilizado en la presente tesis de investigación es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que para cada una de las tablas se indican en ellas.

La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cubica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento permite, en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se efectuara.<sup>25</sup>

El documento ACI 211.1 describe el procedimiento de mezclas en los siguientes pasos.<sup>26</sup>

- a. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia especificada.

---

<sup>25</sup> Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 24

<sup>26</sup> Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 24 - 25

- b. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento.
- d. Selección del volumen unitario del agua (tabla).
- e. Selección del contenido de aire (tabla).
- f. Selección de la relación agua – cemento por resistencia y durabilidad (tablas).
- g. Determinación del factor cemento.
- h. Determinación del contenido de agregado grueso (tablas)
- i. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso.
- j. Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
- k. Determinación del peso seco del agregado fino.
- l. Determinación de los valores de diseño de cemento, agua, aire, agregado fino, y agregado grueso.

#### **2.2.4.7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

La Resistencia del Concreto es la propiedad más apreciada por los diseñadores e ingenieros de control de calidad. En los sólidos, existe una

relación inversa fundamental entre la porosidad (la parte de huecos en el volumen) y la Resistencia. Por consecuencia en materiales de múltiples fases como el Concreto, la porosidad de la estructura de cada componente puede convertirse en un límite a la Resistencia.

Los Agregados naturales son generalmente densos y resistentes; por lo tanto, la porosidad de la matriz de la pasta de Cemento, así como la de la zona de transición entre la matriz y el Agregado Grueso, son las que generalmente determinan las características de Resistencia de Peso Normal. La Resistencia de un material se define como la habilidad para resistir esfuerzos sin fallar. La falla se identifica algunas veces con la aparición de grietas. Sin embargo, debe hacerse notar que, a diferencia de la mayoría de los materiales estructurales, el Concreto contiene grietas finas aun antes de estar sujeto a esfuerzos externos. En el concreto, por lo tanto, la Resistencia se relaciona con el esfuerzo requerido para causar fractura y esto es sinónimo del grado de falla en el que el esfuerzo aplicado alcanza su valor máximo. En las pruebas de Compresión, la pieza probada se

considera que ha fallado cuando no habiendo señales de fractura externa visible, el agrietamiento interno es tan avanzado que el espécimen es incapaz de soportar una carga mayor sin fracturarse. Aunque en la practica la mayor parte del Concreto es sometido simultáneamente a una combinación de esfuerzos de Compresión, tensión y cortante en dos a mas direcciones, las pruebas a la Compresión uniaxial son las más fáciles de realizar en laboratorio y la Resistencia a la Compresión a los 28 días se acepta universalmente como un índice general de la Resistencia del Concreto.<sup>27</sup>

### **FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:**

La respuesta del Concreto al esfuerzo aplicado depende no solamente del tipo de esfuerzo, sino también de cómo una combinación de varios factores afecta la porosidad de los distintos componentes estructurales del Concreto. Los factores incluyen las Propiedades y las proporciones de los materiales que constituyen la mezcla del Concreto, el grado de compactación y

---

<sup>27</sup> Tesis - Estudio de las propiedades del concreto en estado Fresco y endurecido, UNI, Pag.90

las condiciones del curado. Desde el punto de vista de la Resistencia, la relación entre la relación agua/cemento y la porosidad es indudablemente el factor más importante, porque independientemente de otros factores afecta la porosidad de ambos, la matriz y el Agregado Grueso.

De acuerdo al norteamericano Gilkey, quien se apoyó en sus propias observaciones y en los trabajos de Walter Bloem y Gaynor, se ha demostrado que la Resistencia del Concreto está en función de cuatro factores:<sup>28</sup>

- Relación Agua/Cemento
- Relación Cemento/Agregado
- Granulometría, perfil, textura, superficial, Resistencia y dureza del Agregado.
- Tamaño máximo del Agregado

#### **2.2.5.- ADITIVO INCORPORADORS DE AIRE**

Aditivo elaborado a base de agente tenso activos que adicionando al concreto genera micro burbujas que se reparten uniformemente en la masa de concreto, para reducir el efecto hielo deshielo, aumentar la trabajabilidad

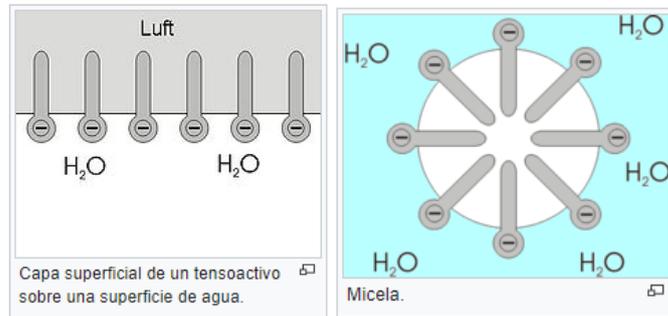
---

<sup>28</sup> Tesis - Estudio de las propiedades del concreto en estado Fresco y endurecido, UNI, Pag.91

del concreto, reduce el segregado en el concreto y reduce la exudación del concreto.

#### **2.2.5.1.- Tensoactivos**

Los **tensoactivos** , son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases (p.ej., dos líquidos insolubles uno en otro). El término **surfactante** es un anglicismo, tomado de la palabra *surfactant*, que a su vez es un término que proviene de "**Surface active agent**" (*agente activo de superficie*). Cuando se utilizan en la tecnología doméstica se les denomina emulsionantes esto es, sustancias que permiten conseguir o mantener una emulsión. En función de su mayor o menor dispersión en agua, y su mayor o menor estabilización de las micelas o coloides, los tensoactivos se emplean como emulsionantes, humectantes, y en este caso es utilizado en la elaboración de aditivo incorporador de aire.



**FUENTE:** [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## 2.2.6.- ADITIVO ACELERADOR DE FRAGUA

Los aditivos acelerantes son aquellos cuya función principal es reducir o adelantar el tiempo de fraguado del cemento.

La utilización del acelerante de fraguado está principalmente indicada en aquellos hormigones donde es necesario tener resistencias elevadas a temprana edad.

El componente químico que acelera esta reacción química son los cloruros.

### 2.2.6.1.-CLORUROS

Los **cloruros** son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1. Por lo tanto, corresponden al estado de oxidación más bajo de este elemento ya que tiene completada la capa de valencia con ocho electrones.



**FUENTE:** [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Agregado:** Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Agregado fino:** Proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8"). (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (Norma E.060 del RNE 2014)

- **Asentamiento del Concreto:** Es la diferencia entre la altura del recipiente que sirve de molde de una probeta de concreto fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en pulgadas. (Absalón y Salas 2008)
- **Cemento portland:** Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Cohesividad:** Aptitud que tiene el concreto para mantenerse con una masa estable y sin segregación. (Instituto del Concreto de 1997)
- **Concreto:** Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivo. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Diseños de concreto:** Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto. (Absalón y Salas 2008)
- **Pasta:** Es una mezcla de cemento y agua. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Relación agua/cemento:** Es el cociente entre el peso del contenido de agua libre de mezclado y el de cemento en una mezcla dada. (Absalón y Salas 2008)
- **Resistencia especificada a la compresión del concreto ( $f'_c$ ):** Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060 del RNE 2014)

- **Tamaño máximo nominal:** Es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado. (Absalón y Salas 2008)
- **Testigos de concreto:** Especímenes que sirven para determinar por lo general las resistencias mecánicas del concreto y llevar el control de calidad del mismo. (Absalón y Salas 2008)

## 2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad de los agregados para la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de la cantera "Cochamarca" y "Sacrafamilia" de la provincia y región de Pasco. Es Optima.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las propiedades físicas de los agregados para la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de la cantera "Cochamarca" y "Sacrafamilia" de la provincia y región de Pasco. Es óptima.
- Las propiedades mecánicas de los agregados para la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de la cantera "Cochamarca" y "Sacrafamilia" de la provincia y región de Pasco. Es óptima.
- La resistencia mecánica del concreto elaborado con los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Secrafamilia". Llega al diseño establecido.

## 2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

### 2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Propiedades Físicas
- Propiedades Mecánicas

### 2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Resistencia a la Compresión

## 2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

*Tabla 10. Operatividad de las Variables*

VARIABLE		INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Independientes	Propiedades Físicas	Densidad. Peso Unitario. Granulometría. Porosidad.	Ensayo de Laboratorio
	Propiedades Mecánicas	Abrasión. Elasticidad.	Ensayo de Laboratorio
Dependientes	Resistencia a la Compresión	$kg/cm^2$	Ensayo de Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Sera de tipo exploratoria – descriptiva, ya que no se han hecho estudios de los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia”. “La investigación exploratoria se efectúa cuando el objetivo a examinar es un problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.”<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Hernández et al. 2003, pág. 115.

### **3.2. METODOS DE INVESTIGACIÓN**

Previo al estudio de campo de la cantera se efectuó una recopilación de los antecedentes de la zona, con la finalidad de tener una idea de la existencia de canteras cercanas que podrían servir al proyecto en estudio y/o canteras que actualmente están en explotación o fueron utilizadas para proyectos.

Por otro lado, se realizó una inspección de toda la zona del proyecto con el fin de determinar áreas geológicas apropiadas con las mismas o diferentes características físicas y mecánicas ya sea depósitos naturales de materiales para diferentes usos en la construcción.

### **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación será Cuasi - experimental, ya que se realizaron estudios con la finalidad de conocer las Características físicas y mecánicas de los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia”.

“Para tratar de reducir los inconvenientes del procedimiento experimental se debe repetir la experimentación un número suficiente de veces que permita disminuir los elementos fortuitos.”<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Borja, 2012, p.26

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1. POBLACIÓN**

La población para esta investigación son las canteras "Cochamarca y Sacra Familia.

#### **3.4.2. MUESTRA**

La muestra son los agregados de las canteras, de las cuales se ha seleccionado muestras teniendo en cuenta las zonas de ubicación y su calidad óptima de los agregados.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La técnica que se utilizó es la observación y extracción de muestras en campo, además de recopilar y analizar información bibliográfica en relación al tema. Para estos casos de estudio como la extracción de muestras en campo se utilizaron todos los instrumentos técnicos necesarios. Las 2 canteras seleccionadas están consideradas como fuentes de estudio de investigación, a continuación, se detallan los instrumentos de recolección de datos.

- i. Instrumentos para excavación de calicatas.
- ii. Instrumentos para la extracción de muestras.
- iii. Instrumentos para Ensayo de laboratorio.

### **3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Técnica descriptiva de los ensayos realizados en el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil.

### **3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO**

El tratamiento estadístico a emplearse en mediante la estadística descriptiva, por lo cual será necesarios la aplicación del Programa de Aplicación Excel.

### **3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Para la recolección de muestras de las calicatas de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia”, las cuales se realizó el respectivo trabajo de campo, realizando los diferentes ensayos de mecánica de suelos, los cuales determinaron las características físicas y mecánicas del material de la cantera, teniendo en cuenta la selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación, el cual se detalla a continuación:

- Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107
- Contenido de humedad MTC E 108
- Limite plástico MTC E 110
- Índice de plasticidad MTC E 111
- Limite líquido MTC E 111
- Cosificación de los suelos por el método SUCS y AASHTO-ASTM D 2487, I45
- Abrasión Los Ángeles MTC E 207

### **3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA**

En la presente tesis para obtención de grado profesional, se hace realizo en exclusivamente para los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia”. Las cuales fueron efectuadas ensayos que determinan sus propiedades Físicas Mecánicas en los ambientes del Laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, que se encuentra ubicado en el Local SL01.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO**

##### **4.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

###### **4.1.1.1. *CANTERA SACRA FAMILIA***

Se encuentra ubicado a 16 km al lado derecho de la vía, la cantera es propiedad de la Comunidad de Sacra Familia. El trayecto de recorrido es a través de la Comunidad de Yurajhuanca con una vía en regular estado; cuenta con un acceso de 100 m en buen estado.

Se estima una potencia de 100'000 m<sup>3</sup>, de material con rendimiento del 100%, en sus usos de SBG, BGT, MACS, M CCP.

- Distrito : Simón Bolívar
- Provincia : Pasco
- Región : Pasco
- Ubigeo :190109
- Latitud Sur :10° 44' 46.7" S
- L. Oeste :76° 18' 42.7" W
- Altitud :4076 msnm
- Huso horario: UTC-5



**Ilustración 8.** Mapa de Localización de Cantera de Sacra Familia  
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

#### 4.1.1.2. CANTERA COCHAMARCA



*Ilustración 9. Mapa de Localización de Cantera Cochamarca*  
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

Se encuentra en el centro poblado de Cochamarca del Distrito de Vicco, Provincia y Región de Pasco. Esta cantera tiene buena accesibilidad con respecto a la ciudad de Cerro de Pasco y a la vez con los distintos distritos de la ciudad, Propiedad de la Comunidad Campesina Cochamarca; con un área de explotación aproximadamente de 200 hectáreas.

- Distrito : Vicco
- Provincia : Pasco
- Región : Pasco
- Ubigeo :190108
- Latitud Sur : 10°53'0.58"S
- L. Oeste : 76°16'6.08"O
- Altitud : 4100 msnm

- Huso horario: UTC-5.

## 4.1.2. EXTRACCIÓN DE AGREGADO

### 4.1.2.1. CANTERA SACRA FAMILIA.

La extracción de los agregados de la cantera la exploración de campo se anotó las siguientes:

- Canto rodado 1/2".
- Canto rodado 3/4".
- Canto rodado 1".
- Arena hormigón.
- Arena gruesa.



**Ilustración 10.** Extracción de hormigón de segundo lavado de cant. Sacrafamilia mediante maquinaria pesada  
Fuente: Propio



**Ilustración 11.** Extracción de hormigón de segundo lavado de cant. Sacrafamilia mediante maquinaria pesada  
Fuente: Propio

#### **4.1.2.2. CANTERA COCHAMARCA**

La extracción de los agregados de la cantera la exploración de campo se anotó las siguientes:

- Arena shocrette
- Arena segunda refinada
- Canto rodado 1/2"
- Canto rodado 3/4"
- Canto rodado 1"
- Arena hormigón
- Arena compactada
- Arena gruesa
- Piedra chancada 1/2"
- Piedra chancada 3/4"
- Piedra chancada 1"



**Ilustración 12.** Extracción de hormigón de la cantera Cochamarca  
Fuente: Propio



**Ilustración 13.** Vista de la cantera Cochamarca  
Fuente: Propio

### **4.1.3. ENSAYO DE LABORATORIO**

#### **4.1.3.1. CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 400.010**

- Equipos y Materiales
  - Balanza con sensibilidad de 0.1 g y cuya capacidad no sea menor de 1 kg.
  - Recipiente adecuado para colocar la muestra.

- Estufa capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- Recipiente. Se utiliza para introducir la muestra en el horno.
- Procedimiento
  - Se coloca la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente+ muestra húmeda).
  - Llevar el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ .
  - Pesar el recipiente con la muestra seca (peso recipiente + muestra seca) y determinar la cantidad de agua evaporada.
- Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.
  - El tipo de análisis para esta investigación es estadístico descriptivo porque no se hace uso del cálculo de probabilidades y únicamente se limita a realizar

deducciones directamente a partir de los datos y parámetros obtenidos.

- Los datos se obtendrán de una muestra de agregado fino y grueso, los cuales, se analizarán en un laboratorio de suelos mediante ensayos, procesándose y presentándose los resultados mediante tablas.

#### **4.1.3.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (ASTM C 128)**

- Equipos y materiales.

##### **Agregado Fino**

- Balanza con sensibilidad 1 g y cap. 5 kg.
- Fiola con capacidad de 500 cm<sup>3</sup>.
- Molde cónico, metálico de 0 <4cm y 0 >8cm y con una altura de 9 cm.
- Varilla de metal con un extremo redondeado.
- Estufa de 110 °C.
- Probeta.
- Secadora.

##### **Agregado Grueso**

- Balanza.
- Canastilla.

- Horno.
- Procedimiento.

### **Agregado Fino**

Por el método del cuarteo se selecciona aproximadamente 1.0 kg 2.0 Kg de agregado, y se seca a 11 0°C hasta peso constante.

Se sumerge la muestra en agua durante 24 horas.

Saque la muestra del agua y se extiende la muestra sobre una superficie no absorbente exponiéndola a aire caliente y se agita o remueve para seguir el secado uniforme. También se puede ir secando utilizando una secadora de pelo.

Continúe esta operación hasta que los granos de agregado no se adhieran entre sí marcadamente.

Se coloca la muestra en un molde cónico y se consolida con 25 golpes de pisón en 3 capas. En la primera capa 8 golpes, en la segunda también y en la última 9.

Si existe humedad libre el cono con A.F mantendrá su forma, siga secando y revolviendo constantemente y pruebe a intervalos hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, esto indica que el agregado a alcanzado la condición saturado superficialmente sedo SSS.

Introduzca 500 g de la muestra SSS en un envase de volumen conocido, la cual se agregará previamente 1 00  $cm^3$  de agua y luego agregar o completar hasta los 500  $cm^3$  indicados en el picnómetro eliminando las burbujas de aire (agitando).

Se retira la muestra con cuidado de la probeta y se seca en el horno a 1 05°C por 24 horas, luego se enfría la muestra a temperatura constante y luego se pesa. Siendo este último peso  $W_a$ .

### **Agregado Grueso**

Seleccionamos una muestra cuarteada seca (6.0 Kg aproximadamente), sumergir esta muestra en agua por 24 horas.

Luego se procede a secar la muestra sobre una superficie ya sea con un secador o de manera natural (con el aire o el sol); moviendo de tal

manera que pueda secarse toda la superficie del agregado.

A diferencia que el agregado fino ya no se le hace la prueba para ver si la muestra se encuentra en estado de SSS, sino es por simple observación.

Después pesamos una determinada cantidad. Esa muestra vendría a ser el peso al aire en estado de SSS. Para pesar utilizamos una canastilla, previamente pesando ésta para poder restarle su peso. Nuevamente sumergimos la muestra en el agua, obteniendo así el peso de la muestra sumergida SSS. Y por último colocamos la muestra al horno por 24 horas, obteniéndose el peso en el aire de la muestra seca al horno.

- *Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.*

Los datos se obtendrán de una muestra de agregado fino y grueso, los cuales se analizarán en un laboratorio de suelos mediante ensayos, procesándose los resultados mediante tablas.

#### **4.1.3.3. PESO UNITARIO VOLUMETRICO DE AGREGADOS (ASTM C 29).**

- Equipos y materiales.
  - Balanza
  - Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 80 cm. de largo, con un extremo redondeado.
  - Recipiente cilíndrico y de metal, suficientemente rígido para no sufrir deformaciones.
  - Muestra en estado seco.
- Procedimiento.

##### **Agregado fino**

##### **El Peso Unitario Volumétrico Suelto**

- Para la determinación del peso unitario, la muestra deberá estar completamente mezclada y secada temperatura ambiente.
- Pesamos el recipiente que vamos a utilizar en el ensayo (VVr).
- Seleccionamos el agregado fino del cual se va a determinar su P.U.V.
- Llenamos el recipiente dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5

cm. por encima del borde superior del recipiente.

- Eliminamos el excedente del agregado con la varilla compactadora.
- Determinamos el peso de la muestra más el recipiente ( $VV m + r$ ).
- Determinamos el peso de la muestra y luego calculamos el P.U.V.
- mediante la fórmula mencionada anteriormente

#### *Peso Unitario Volumétrico Compactado*

- Pesamos el recipiente que vamos a utilizar en el ensayo ( $VVr$ ).
- Seleccionamos el agregado fino del cual se va a determinar su P.U.V.
- Llenamos el recipiente hasta la tercera parte dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. por encima del borde superior del recipiente.
- Apisonamos la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.

- Llenamos hasta  $2/3$  partes del recipiente y compactar nuevamente con 25 golpes como antes.
- Llenamos la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora (varilla) de acero de 16 mm. de ancho y 60 cm., de longitud).
- Enrazamos el recipiente utilizando la barra compactadora o con una regla y desechando el material sobrante.
- Determinamos el peso de la muestra compactada más el recipiente ( $VV_m+r$ ).
- Determinamos el peso de la muestra compactada y luego calculamos el P.U.V. mediante la fórmula mencionada anteriormente.

### **Agregado grueso.**

#### **Peso unitario compactado**

Llenar el recipiente hasta la tercera parte y nivelar la superficie con la mano, apisonar la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Llenar hasta  $2/3$  partes del recipiente y compactar nuevamente con 25 golpes como

antes. Luego se llenará la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora (varilla) de acero de 16 mm. de ancho y 60 cm., de longitud), se enrasa el recipiente utilizando la barra compactadora como regla y desechando el material sobrante.

Cuando se apisona la primera capa, se procurará que la barra no golpee el fondo, pues sólo se empleará una fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre en la última capa del agregado colocado en el recipiente.

Seguidamente se determinará el peso neto del agregado en el recipiente ( $W_a$ ), para finalmente obtener el peso unitario compacto del agregado al multiplicar dicho peso por el factor ( $f$ ) calculado anteriormente o el volumen interior del molde.

#### *Peso Unitario Suelto*

Llenar el recipiente con una pala hasta rebosar, dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. por encima del borde superior del recipiente.

Tomar las precauciones necesarias para impedir en lo posible la segregación de las

partículas. Eliminar el excedente del agregado con una reglilla.

Determinar el peso neto del agregado en el recipiente (Ws).

- Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.

Los datos se obtendrán de una muestra de agregado fino y grueso, los cuales se analizarán en un laboratorio de suelos mediante ensayos, procesándose los resultados mediante tablas.

#### **4.1.3.4. ABRASIÓN POR LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131)**

- Materiales y Equipos.
  - Máquina de los Ángeles.
  - Balanza con sensibilidad a 1 g.
- Procedimiento.

Se coloca la muestra de ensayo y la carga abrasiva en la máquina de los Ángeles y se gira a una velocidad de 30 a 33 r.p.m durante 500 revoluciones.

La máquina estará accionada y equilibrada de manera tal, que mantenga una velocidad periférica sustancialmente uniforme, puesto que de lo

contrario puede arrojar resultados diferentes. Cumplido el número de revoluciones prescritas se descarga el material y se hace una separación preliminar de la muestra en un tamiz cuya abertura sea mayor que el tamiz N°12. Luego se cierne la porción más fina en el tamiz N° 12, para evitar que le porcentaje de desgaste resulte aproximadamente un 0,2% menor que el valor real, y luego se saca a temperatura de 105° a 110 °C hasta un peso sustancialmente constante y se pesa con aproximación de 1 g.

El porcentaje de desgaste (De) está dado por la diferencia entre el peso original (Wo) y el peso final (Wf), expresado como porcentaje del primero.

- Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.

Los datos se obtendrán de una muestra de 5000 g de agregado grueso, los cuales pasarán por un proceso de desgaste por la máquina de los ángeles, procesándose los resultados mediante tablas.

#### **4.1.3.5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.**

- Equipos y Materiales.
  - Una balanza con sensibilidad a 1g.

- Juego de tamices conformados por los No: 4, 8, 16, 30, 50 y 100 (agregado Fino).
- Juego de Tamices conformadas por 3", 1 1/2, 3/4, N°4 (agregado grueso).
- Una estufa a temperatura constante de 110 °C.
- Procedimiento.
  - **Para el agregado grueso.**
  - Se tomó cierta cantidad de material y se colocó dentro de una estufa durante 24 horas con lo que se logró el secado del material.
  - Se pesó 3734 g de agregado grueso.
  - Luego se definió los tamices, los cuales son: 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 4. Se vierte el material sobre esta serie de tamices, se procede a pesar y registrar los pesos retenidos en cada uno de los tamices.
  - **Para el agregado fino.**
  - Se tomó cierta cantidad de material y se colocó dentro de una estufa durante 24 horas con lo que se logró el secado del material.

- Se pesó 500 g de agregado.
- Con una serie de tamices se confeccionó una escala descendente en aberturas, dichos tamices fueron: N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°80, N°100, N°200.
- Se vierte el material sobre esta serie de tamices, se procede a pesar y registrar los pesos retenidos en cada uno de los tamices.
- Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.

Los datos se obtendrán de una muestra de agregado fino y grueso, los cuales se analizarán en un laboratorio de suelos mediante ensayos, procesándose los resultados mediante tablas y gráficas.

#### **4.1.3.6. MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 200)-ASTMC33.**

Este método describe un procedimiento para determinar por vía húmeda, el porcentaje que pasa el tamiz N° 200.

- Equipos y materiales
  - Balanza, que permita lecturas de por lo menos 0,1 % del peso de la muestra a ensayar.
  - Tamices para determinar la muestra de ensayo; se utilizarán las mallas No 4, 3/8", 1 %"y para el lavado de dicha muestra las mallas No 200 y No 16.
  - Envase de tamaño suficiente para contener la muestra cubierta por agua y que además permita una agitación vigorosa, sin pérdida de parte alguna de la muestra o además permita una agitación vigorosa, sin pérdida de parte alguna de la muestra o del agua.
  - Estufa de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Muestra de ensayo.
  - Después de mezclar completamente el material, seleccione la muestra de ensayo, a la cual podrá agregarse el agua suficiente a fin de evitar la segregación.

**Tabla 11.** Peso mínimo de la muestra de ensayo

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO		PESO MINIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO
Mm	NOMINAL	G
2.36	Nº 8	100
4.76	Nº 4	500
9.51	3/8"	2,000
19	3/4"	2,000
37.50	1 1/2" o mayor	5,000

FUENTE: ASTM C33

- La muestra de ensayo deberá tener los siguientes pesos mínimos según el tamaño máximo del agregado presente en la tabla 11.

- Procedimiento

Seca la muestra de ensayo, a una temperatura de °C  $\pm$  5°C hasta que dos pesadas sucesivas, a intervalos de una hora de secado no difieran en más de 0,1%.

Después de secada y pesada, coloque la muestra de ensayo en el envase y agréguele agua en cantidad suficiente para separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz No 200 y hacer que estas queden en suspensión. Vierta de inmediato el agua que contiene los sólidos suspendidos y disueltos en

el juego de tamices (No 16, No 200), evitando en lo posible decantación de las partículas más gruesas de la muestra.

Agregue agua nuevamente, a la muestra que se halla en el envase, agite y decante como el caso anterior. Repita esta operación hasta que el agua de lavado sea clara.

Devuelva todo el material retenido en el juego de tamices a la muestra lavada. Seque el agregado hasta peso constante a temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y pese con aproximación de 0,1% del peso de la muestra.

- Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.

Los datos se obtendrán de una muestra de agregado fino y grueso, los cuales se analizarán en un laboratorio de suelos mediante tamices graduados, procesándose los resultados mediante tablas.

#### **4.1.4. DISEÑO DE CONCRETO SEGÚN EL A.C.I.**

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, llamada también diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de

los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en estado no endurecido tenga las propiedades, especialmente trabajabilidad y consistencia, deseadas, y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y especificaciones de obra.

Para la selección de las proporciones se seguirá una secuencia de pasos, los que nos guiarán a la obtención de una mezcla ideal:

- Determinación de la resistencia promedio.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- Selección del asentamiento, Selección del volumen unitario de agua.
- Selección del contenido de aire.
- Determinación de la relación agua- cemento.
- Cálculo del contenido de cemento.
- Cálculo del volumen absoluto de la pasta.
- Cálculo del volumen absoluto del agregado.
- Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados.
- Cálculo del porcentaje de agregado fino (rf).
- Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado.
- Cálculo de los pesos secos de los agregados.

- Determinación de los valores de diseño.
- Corrección por humedad del agregado, Proporciones finales.

## 4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

### 4.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### CANTERA SACRA FAMILIA

Tabla 12. Contenido de Humedad de Ag. Fino - C. Sacra Familia

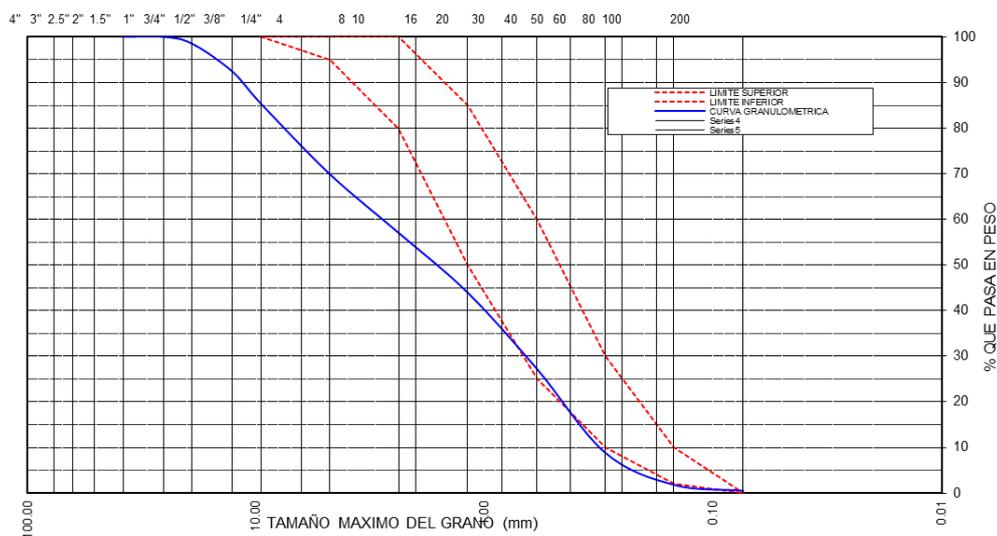
CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	P <sub>MN</sub>	P <sub>MSH</sub>	W%
M- 1	500.00	463.00	7.99%
M - 2	500.00	467.00	7.07%
M - 3	500.00	465.00	7.53%
W% <sub>PROMEDIO</sub>			<b>7.53%</b>

Fuente: Propio.

Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado fino – C. Sacra Familia

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	
4"	101.600		-	-		-	-
3"	76.200		-	-		-	-
2 1/2"	63.500		-	-		-	-
2"	50.800		-	-		-	-
1 1/2"	38.100		-	-		-	-
1"	25.400	-	-	-		-	-
3/4"	19.050	26.0	1.5	1.5	98.5	-	-
1/2"	12.700	108.0	6.1	7.5	92.5	-	-
3/8"	9.525	125.0	7.0	14.6	85.4	100.0	100.0
1/4"	6.350		-	14.6		-	-
4	4.760	275.0	15.5	30.1	69.9	95.0	100.0
8	2.380	229.0	12.9	43.0	57.0	80.0	100.0
10	2.000		-	43.0		-	-
16	1.190	232.0	13.1	56.0	44.0	50.0	85.0
20	0.840		-	56.0		-	-
30	0.590	299.0	16.8	72.9	27.1	25.0	60.0
40	0.420		-	72.9		-	-
50	0.297	326.0	18.4	91.2	8.8	10.0	30.0
60	0.250		-	91.2		-	-
80	0.177		-	91.2		-	-
100	0.149	125.0	7.0	98.3	1.7	2.0	10.0
200	0.074	23.0	1.3	99.5	0.5	-	-
< 200	0	3.0	0.2	99.7	0.3	-	-
TOTAL		1,771.0					

Fuente: Propio.



**Gráfico 1.** Curva del análisis granulométrico del agregado fino – C. Sacra Familia.  
Fuente: Propio.

**Tabla 14.** Peso Unitario Suelto de Ag. Fino - C. Sacra Familia

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	33.40	33.35	33.45	33.40
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	25.15	25.10	25.20	25.15
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1750	1747	1754	1750

Fuente: Propio.

**Tabla 15.** Peso Unitario Compactado de Ag. Fino - C. Sacra Familia

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	34.55	34.40	34.50	34.48
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	26.30	26.15	26.25	26.23
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1879	1868	1875	1874

Fuente: Propio.

**Tabla 16. Peso Especifico de Ag. Fino - C. Sacra Familia**

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	488.80	489.20	489.70	489.23
2	PPAH2O	B	gr	1055.00	1056.00	1056.00	1055.67
3	PPAH2O+PSSS	C	gr	1359.00	1360.00	1359.00	1359.33
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	$A/(B+S-C)$	gr/cm3	2.49	2.50	2.49	2.49
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	$A/(B+S-C)$	gr/cm3	2.49	2.50	2.49	2.49
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	$A/(B+A-C)$	gr/cm3	2.65	2.64	2.62	2.64

Fuente: Propio.

**Tabla 17. Absorción de Ag. Fino - C. Sacra Familia**

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	P <sub>SSS</sub>	P <sub>MSH</sub>	Ab%
M - 1	500.00	488.80	2.29%
M - 2	500.00	489.20	2.21%
M - 3	500.00	489.70	2.10%
Ab% <sub>PROMEDIO</sub>			<b>2.20%</b>

Fuente: Propio.

**Tabla 18. Características y Propiedades del Ag. Fino - C. Sacra Familia**

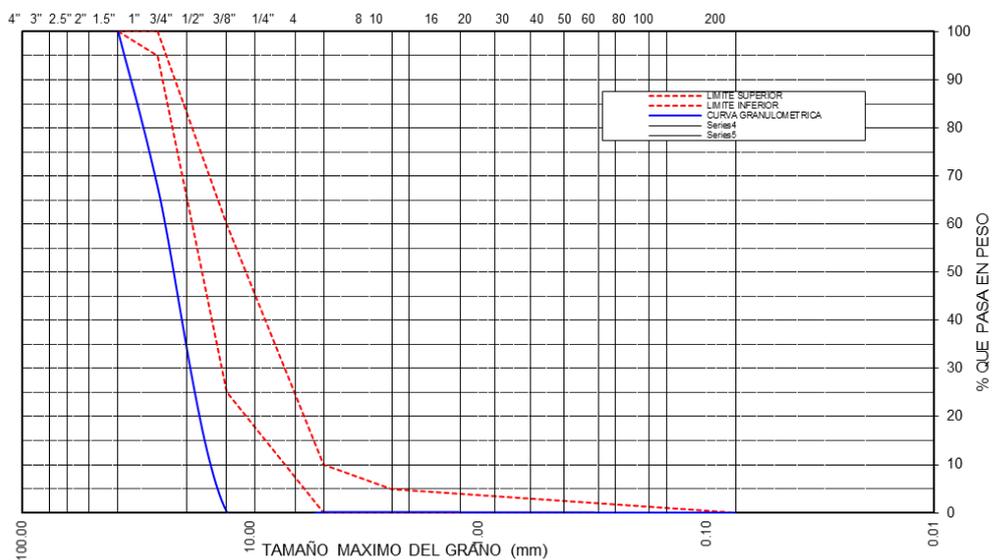
Descripción de la Muestra	
Tamaño Máximo (Pulg):	3/4 "
Tamaño Máximo Nominal :	1/2"
Peso Especifico (seco gr/cm3)	2.49
Absorción(%):	2.20%
Humedad(%)	7.53%
Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1,750
Peso Unitario Compacto Kg/m3)	1,874
Módulo de fineza	4.07
Fracción Pasa No 200	0.5

Fuente: Propio.

**Tabla 19. Análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Sacra Familia**

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación
4"	101.600		-	-		- -
3"	76.200		-	-		- -
2 1/2"	63.500		-	-		- -
2"	50.800	-	-	-		- -
1 1/2"	38.100	-	-	-	100	100
1"	25.400	746.0	32.8	32.8	67.2	95 100
3/4"	19.050	1,348.0	59.4	92.2	7.8	
1/2"	12.700	172.0	7.6	99.8	0.2	25 60
3/8"	9.525	1.0	0.0	99.8	0.2	- -
1/4"	6.350	-	-	99.8		- -
4	4.760	-	-	99.8		- 10.0
8	2.380	-	-	99.8		- 5.0
10	2.000	-	-	99.8		- -
16	1.190	-	-	99.8		- -
20	0.840	-	-	99.8		- -
30	0.590	1.0	0.0	99.9	0.1	- -
40	0.420	-	-	99.9		- -
50	0.297	-	-	99.9		- -
60	0.250	-	-	99.9		- -
80	0.177	-	-	99.9		- -
100	0.149	1.0	0.0	99.9	0.1	- -
200	0.074	1.0	0.0	100.0	0.0	- -
< 200	0	1.0	0.0	100.0	-	- -
TOTAL		2,271.0				

Fuente: Propio.



**Grafico 2. Curva del análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Sacra Familia.**

Fuente: Propio.

**Tabla 20. Peso Unitario Suelto de Ag. Grueso - C. Sacra Familia**

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	28.25	28.10	28.00	28.12
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.98	19.83	19.73	19.85
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1390	1380	1373	1381

Fuente: Propio.

**Tabla 21. Peso Unitario Compactado de Ag. Grueso - C. Sacra Familia**

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	30.00	30.15	30.00	30.05
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	21.73	21.88	21.73	21.78
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1552	1563	1552	1556

Fuente: Propio.

**Tabla 22. Peso Específico de Ag. Grueso - C. Sacra Familia**

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	2476.00	2474.00	2478.00	2476.00
2	PSSS	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
3	PSSS SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2432.00	2428.00	2434.00	2431.33
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	913.00	913.00	913.00	913.00
5	PSSS SUMERGIDO	C	gr	1519.000	1515.000	1521.000	1518.3333
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B - C)	gr/cm <sup>2</sup>	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B - C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(A - C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.59	2.58	2.59	2.59

Fuente: Propio.

**Tabla 23.** Contenido de Humedad Ag. Grueso - C. Sacra Familia

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>P<sub>MN</sub></b>	<b>P<sub>MSH</sub></b>	<b>W%</b>
<b>M- 1</b>	500.00	497.00	0.60%
<b>M - 2</b>	500.00	498.00	0.40%
<b>M - 3</b>	500.00	498.00	0.40%
<b>W%<sub>PROMEDIO</sub></b>			<b>0.47%</b>

Fuente: Propio.

**Tabla 24.** Absorción de Ag. Grueso - C. Sacra Familia

<b>ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>P<sub>SSS</sub></b>	<b>P<sub>MSH</sub></b>	<b>Ab%</b>
<b>M- 1</b>	2500.00	2465.00	1.42%
<b>M - 2</b>	2500.00	2487.00	0.52%
<b>M - 3</b>	2500.00	2450.00	2.04%
<b>Ab%<sub>PROMEDIO</sub></b>			<b>1.33%</b>

Fuente: Propio.

**Tabla 25.** Características y Propiedades del Ag. Grueso - C. Sacra Familia

<b>Descripción de la Muestra</b>	
Tamaño Máximo (Pulg):	1"
Tamaño Máximo Nominal :	3/4"
Peso Específico (seco gr/cm <sup>3</sup> )	2.52
Absorción(%):	1.33%
Humedad(%)	0.47%
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,381
Peso Unitario Compacto Kg/m <sup>3</sup> )	1,556
Módulo de fineza	6.92
Fracción Pasa No 200	0.04

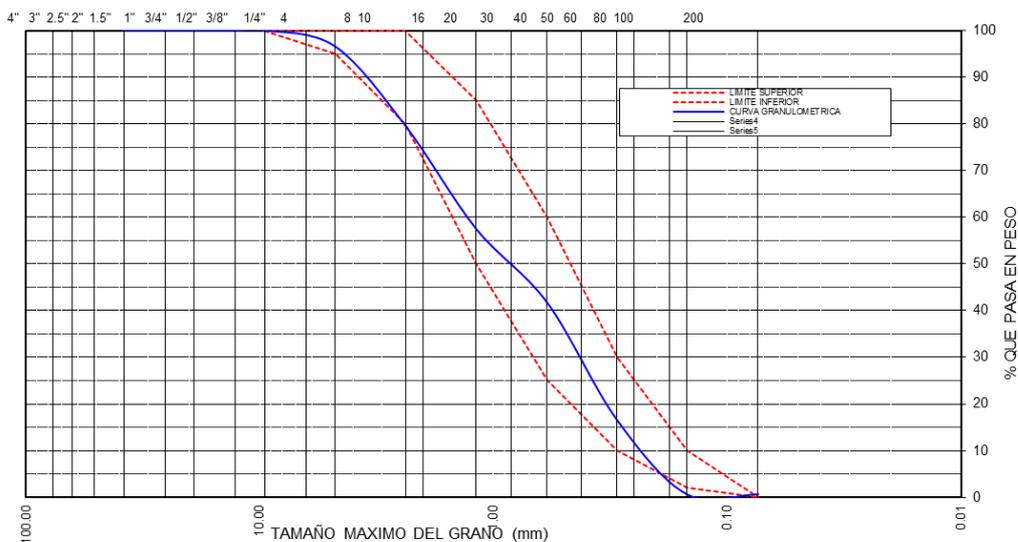
Fuente: Propio.

## CANTERA COCHAMARCA

*Tabla 26. Análisis granulométrico del Ag. Fino – C. Cochamarca*

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	
4"	101.600		-	-		-	-
3"	76.200		-	-		-	-
2 1/2"	63.500		-	-		-	-
2"	50.800		-	-		-	-
1 1/2"	38.100		-	-		-	-
1"	25.400	-	-	-		-	-
3/4"	19.050	-	-	-		-	-
1/2"	12.700	-	-	-		-	-
3/8"	9.525	-	-	-		100.0	100.0
1/4"	6.350	-	-	-		-	-
4	4.760	85.0	3.4	3.4	96.6	95.0	100.0
8	2.380	426.0	17.0	20.4	79.6	80.0	100.0
10	2.000		-	20.4		-	-
16	1.190	550.0	22.0	42.4	57.6	50.0	85.0
20	0.840		-	42.4		-	-
30	0.590	397.0	15.9	58.3	41.7	25.0	60.0
40	0.420		-	58.3		-	-
50	0.297	628.0	25.1	83.4	16.6	10.0	30.0
60	0.250		-	83.4		-	-
80	0.177		-	83.4		-	-
100	0.149	399.0	16.0	99.4	0.6	2.0	10.0
200	0.074	-	-	99.4		-	-
< 200	0	15.0	0.6	100.0	-	-	-
TOTAL		<b>2,500.0</b>					

Fuente: Propio.



**Grafico 3. Curva del análisis granulométrico del Ag. Fino – C. Cochamarca.**

Fuente: Propio.

**Tabla 27. Peso Unitario Suelto del Ag. Fino – C. Cochamarca**

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	32.50	32.75	33.20	32.82
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	24.23	24.48	24.93	24.54
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1686	1703	1735	1708

Fuente: Propio.

**Tabla 28. Peso Unitario Compactado del Ag. Fino – C. Cochamarca**

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	35.10	35.20	35.65	35.32
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	26.83	26.93	27.38	27.04
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1916	1923	1955	1932

Fuente: Propio.

**Tabla 29. Peso Específico del Ag. Fino – C. Cochamarca**

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	487.00	487.00	487.00	487.00
2	PPAH <sub>2</sub> O	B	gr	1284.00	1279.00	1280.00	1281.00
3	PPAH <sub>2</sub> O+PSSS	C	gr	1582.00	1582.00	1588.00	1584.00
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B+S-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.41	2.47	2.54	2.47
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.41	2.47	2.54	2.47
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(B+A-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.58	2.65	2.72	2.65

Fuente: Propio.

**Tabla 30.** Contenido de Humedad del Ag. Fino – C. Cochamarca

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>P<sub>MN</sub></b>	<b>P<sub>MSH</sub></b>	<b>W%</b>
<b>M- 1</b>	500.00	466.00	7.30%
<b>M - 2</b>	500.00	466.00	7.30%
<b>M - 3</b>	500.00	465.00	7.53%
<b>W%<sub>PROMEDIO</sub></b>			<b>7.37%</b>

Fuente: Propio.

**Tabla 31.** Absorción del Ag. Fino – C. Cochamarca

<b>ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>P<sub>SSS</sub></b>	<b>P<sub>MSH</sub></b>	<b>Ab%</b>
<b>M- 1</b>	500.00	487.00	2.67%
<b>M - 2</b>	500.00	487.00	2.67%
<b>M - 3</b>	500.00	487.00	2.67%
<b>Ab%<sub>PROMEDIO</sub></b>			<b>2.67%</b>

Fuente: Propio.

**Tabla 32.** Características y Propiedades del Ag. Fino - C. Cochamarca

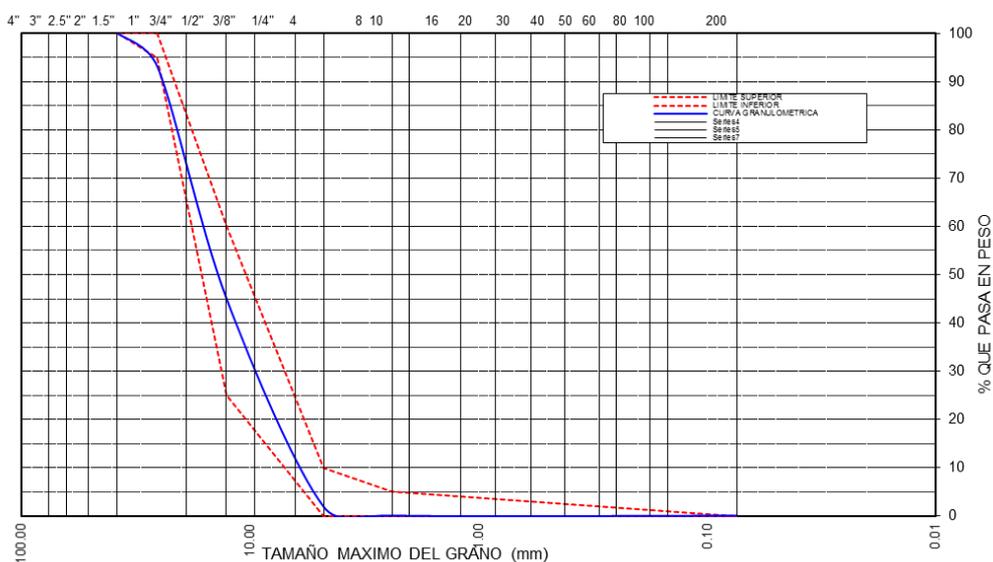
<b>Descripción de la Muestra</b>	
Tamaño Máximo (Pulg):	1/4"
Tamaño Máximo Nominal :	4"
Peso Específico (seco gr/cm3)	2.47
Absorción(%):	2.67%
Humedad(%)	7.37%
Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1,708
Peso Unitario Compacto Kg/m3)	1,932
Módulo de fineza	3.07
Fracción Pasa No 200	0.6

Fuente: Propio.

**Tabla 33. Análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Cochamarca**

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	
4"	101.600		-	-		-	-
3"	76.200		-	-		-	-
2 1/2"	63.500		-	-		-	-
2"	50.800		-	-		-	-
1 1/2"	38.100		-	-		100	100
1"	25.400	356.0	7.1	7.1	92.9	95	100
3/4"	19.050		-	7.1			
1/2"	12.700	2,390.0	47.8	54.9	45.1	25	60
3/8"	9.525		-	54.9		-	-
1/4"	6.350		-	54.9		-	-
4	4.760	2,156.0	43.1	98.0	2.0	-	10.0
8	2.380	89.0	1.8	99.8	0.2	-	5.0
10	2.000		-	99.8		-	-
16	1.190		-	99.8		-	-
20	0.840		-	99.8		-	-
30	0.590		-	99.8		-	-
40	0.420		-	99.8		-	-
50	0.297		-	99.8		-	-
60	0.250		-	99.8		-	-
80	0.177		-	99.8		-	-
100	0.149	1.0	0.0	99.8	0.2	-	-
200	0.074	1.0	0.0	99.9	0.1	-	-
< 200	0	7.0	0.1	100.0	-	-	-
TOTAL		5,000.0					

Fuente: Propio.



**Gráfico 4. Curva del análisis granulométrico del Ag. Grueso – C. Cochamarca.**

Fuente: Propio.

**Tabla 34.** Peso Unitario Suelto del Ag. Grueso – C. Cochamarca

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	28.25	28.10	28.00	28.12
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.98	19.83	19.73	19.85
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m3	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m3	1390	1380	1373	1381

Fuente: Propio.

**Tabla 35.** Peso Unitario Compactado del Ag. Grueso – C. Cochamarca

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	30.00	30.15	30.00	30.05
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	21.73	21.88	21.73	21.78
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m3	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m3	1552	1563	1552	1556

Fuente: Propio.

**Tabla 36.** Peso Específico del Ag. Grueso – C. Cochamarca

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	2476.00	2474.00	2478.00	2476.00
2	PSSS	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
3	PSSS SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2432.00	2428.00	2434.00	2431.33
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	913.00	913.00	913.00	913.00
5	PSSS SUMERGIDO	C	gr	1519.000	1515.000	1521.000	1518.3333
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B - C)	gr/cm2	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B - C)	gr/cm3	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(A - C)	gr/cm3	2.59	2.58	2.59	2.59

Fuente: Propio.

**Tabla 37. Contenido de Humedad del Ag. Grueso – C. Cochamarca**

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	P <sub>MN</sub>	P <sub>MSH</sub>	W%
M- 1	500.00	497.00	0.60%
M - 2	500.00	498.00	0.40%
M - 3	500.00	498.00	0.40%
W% <sub>PROMEDIO</sub>			<b>0.47%</b>

Fuente: Propio.

**Tabla 38. Absorción del Ag. Grueso – C. Cochamarca**

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	P <sub>SSS</sub>	P <sub>MSH</sub>	Ab%
M- 1	2500.00	2465.00	1.42%
M - 2	2500.00	2487.00	0.52%
M - 3	2500.00	2450.00	2.04%
Ab% <sub>PROMEDIO</sub>			<b>1.33%</b>

Fuente: Propio.

**Tabla 39. Características y Propiedades del Ag. Grueso - C. Cochamarca**

Descripción de la Muestra	
Tamaño Máximo (Pulg):	1"
Tamaño Máximo Nominal :	3/4"
Peso Específico (seco gr/cm <sup>3</sup> )	2.52
Absorción(%):	1.33%
Humedad(%)	0.47%
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,381
Peso Unitario Compacto Kg/m <sup>3</sup> )	1,556
Módulo de fineza	5.62
Fracción Pasa No 200	0.14

Fuente: Propio.

#### 4.2.2. DISEÑO DE MEZCLA

##### CANTERA SACRA FAMILIA

###### a. Características del Agregado

- AGREGADO FINO
  - Peso específico : 2.49 gr/cm<sup>3</sup>
  - Peso unitario suelto : 1,750 Kg/m<sup>3</sup>

- Peso unitario compactado : 1,874 Kg/m<sup>3</sup>
- Absorción : 2.20 %
- Humedad : 7.53 %
- Módulo de Fineza : 4.07
- AGREGADO GRUESO
  - Peso específico : 2.52 gr/cm<sup>3</sup>
  - Peso unitario suelto : 1,381 Kg/m<sup>3</sup>
  - Peso unitario compactado : 1,556 Kg/m<sup>3</sup>
  - Absorción : 1.33 %
  - Humedad : 0.47 %
  - Tamaño Máximo Nominal : 1"

b. **Dosificación ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ )**

- Asentamiento : 4"
- Factor cemento : 8.75 bc/m<sup>3</sup>
- Relación agua cemento de obra : 0.419
- Relación agua cemento de diseño : 0.470
- PROPORCIÓN EN PESO :
  - 1: 2.29: 2.38: 34.51ml: 630ml /17.94 lt
- PROPORCIÓN EN VOLUMEN :
  - 1: 2.50: 2.00: 34.51ml: 630ml /17.94 lt
- PROPORCION POR BOLSA :
  - 42.5 kg: 97.33 kg: 101.15 kg: 0.03 kg - 0.63lt /17.94 lt

C: Pd: Ar: Aditivo 01: Aditivo 02 / AGUA

c. **Cantidad de materiales secos por metro cúbico**

- CEMENTO : 372 kg ANDINO TIPO V
- AGUA : 175 Lt AGUA CHAMPAMARCA
- PIEDRA : 845 kg
- ARENA : 890 kg
- ADITIVO 01 : 0.262 Lt SIKA AER
- ADITIVO 02 : 5.46 lt SIKA 3

d. **Cantidad de materiales por metro cúbico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto**

- CEMENTO : 372 kg ANDINO TIPO V
- AGUA : 156 lt AGUA CHAMPAMARCA
- PIEDRA : 849 kg
- ARENA : 936 kg
- ADITIVO 01 : 0.262 Lt SIKA AER
- ADITIVO 02 : 5.46 lt SIKA 3

**CANTERA COCHAMARCA**

e. **Características del Agregado**

- AGREGADO FINO
  - Peso específico : 2.47 gr/cm<sup>3</sup>
  - Peso unitario suelto : 1,708 Kg/m<sup>3</sup>
  - Peso unitario compactado : 1,932 Kg/m<sup>3</sup>
  - Absorción : 2.67 %

- Humedad : 7.53 %
- Módulo de Fineza : 3.07
- AGREGADO GRUESO
  - Peso específico : 2.52 gr/cm<sup>3</sup>
  - Peso unitario suelto : 1,381 Kg/m<sup>3</sup>
  - Peso unitario compactado : 1,556 Kg/m<sup>3</sup>
  - Absorción : 1.33 %
  - Humedad : 0.47 %
  - Tamaño Máximo Nominal : 1"

f. **Dosificación ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ )**

- Asentamiento : 4"
- Factor cemento : 8.75 bc/m<sup>3</sup>
- Relación agua cemento de obra : 0.401
- Relación agua cemento de diseño : 0.470
- PROPORCIÓN EN PESO :
  - 1: 2.29: 2.38: 34.51ml: 630ml /17.94 lt
- PROPORCIÓN EN VOLUMEN :
  - 1: 2.50: 2.00: 34.51ml: 630ml /17.94 lt
- PROPORCION POR BOLSA :
  - 42.5 kg: 97.33 kg: 101.15 kg: 17.94 lt 0.03 kg - 0.63 lt

C: Pd: Ar: Aditivo 01: Aditivo 02 / AGUA

g. **Cantidad de materiales secos por metro cúbico**

- CEMENTO : 372 kg ANDINO TIPO V
- AGUA : 175 Lt AGUA CHAMPAMARCA

- PIEDRA : 1001 kg
- ARENA : 730 kg
- ADITIVO 01 : 0.262 Lt SIKA AER
- ADITIVO 02 : 5.22 lt SIKA 3

h. **Cantidad de materiales por metro cúbico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto**

- CEMENTO : 372 kg ANDINO TIPO V
- AGUA : 149 lt AGUA CHAMPAMARCA
- PIEDRA : 1006 kg
- ARENA : 783 kg
- ADITIVO 01 : 0.262 Lt SIKA AER
- ADITIVO 02 : 5.22 lt SIKA 3

#### 4.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En este ítem hemos ensayado 18 probetas, 9 de la Cantera Sacra Familia y 9 de la Cantera Cochamarca, con el diseño de mezcla ya corregido.

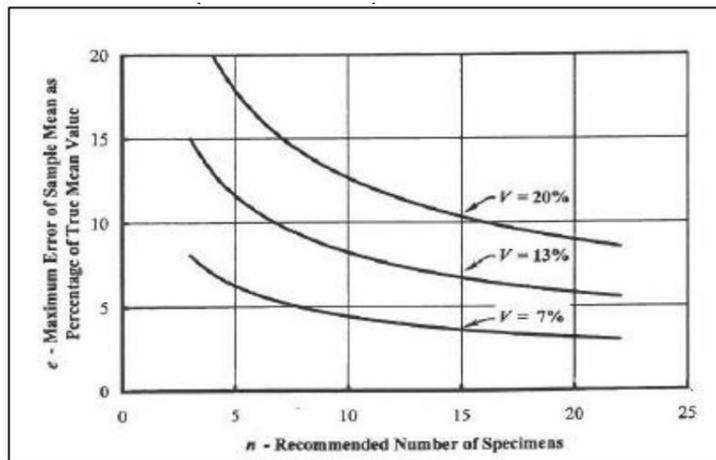
*Tabla 40. Numero de Especímenes*

DESCRIPCIÓN	NUMERO DE ESPECÍMENES		
	EDAD EN DÍAS		
	7	14	28
C. SACRA FAMILIA	3	3	3
C. COCHAMARCA	3	3	3
TOTAL	6	6	6
	18		

FUENTE: Elaboración Propia

La resistencia a la compresión es efectuada mediante el análisis de los especímenes “Probetas” de concreto de la

muestra, según el Reglamentó Nacional de Edificaciones E.060 Concreto Armado, la cual expresa: “Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f_c$ .”<sup>31</sup> y del mismo modo según ACI 318.08 “...un ensayo para control de calidad de la resistencia a la compresión del concreto, corresponde al promedio de la resistencia de tres probetas como mínimo”.



**Gráfico 5.** Número de probetas en función del error máximo e, (ASTM C 823)  
**FUENTE:** Martínez (2012)

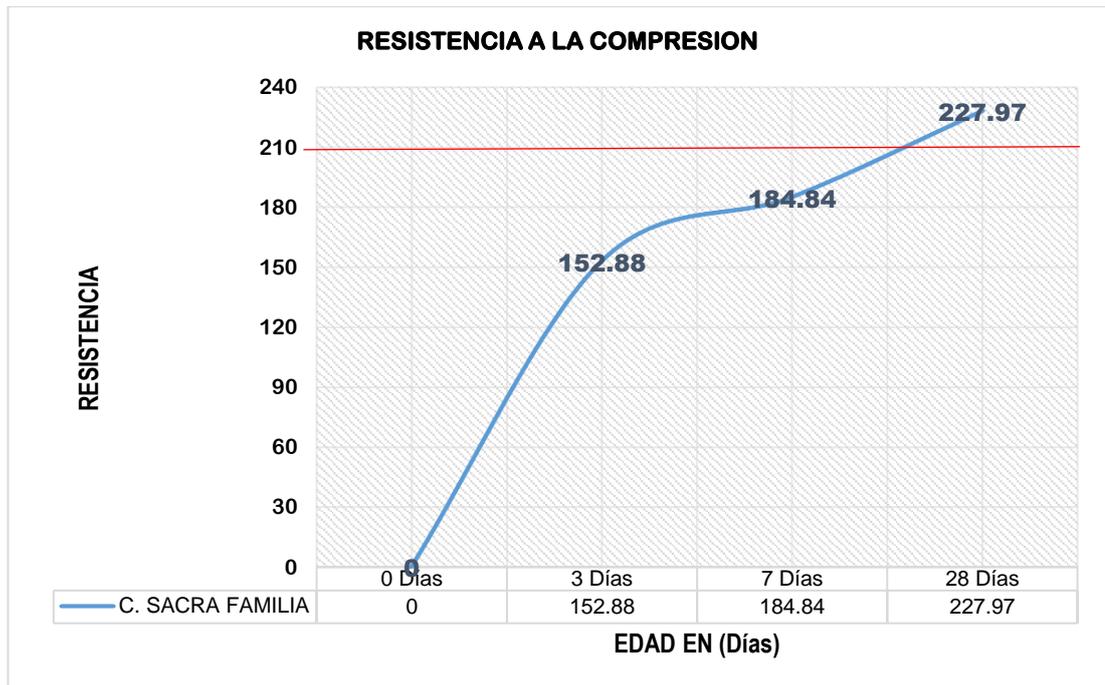
<sup>31</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060 Concreto Armado, Pag. 44.

## CANTERA SACRA FAMILIA

**Tabla 41.** Resistencia a la compresión – Sacra Familia

N°	EDAD (días)	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	RESISTENCIA	PROMEDIO
1A	3	180.3	27250	151.17	71.98%	70%	151.17	152.88
2A	3	173.2	27500	158.78	75.61%	70%	158.78	
3A	3	181.5	26980	148.68	70.80%	70%	148.68	
1B	7	188.7	34750	184.16	87.70%	85%	184.16	184.84
2B	7	189.9	34590	182.14	86.73%	85%	182.14	
3B	7	175.5	33040	188.22	89.63%	85%	188.22	
1C	28	177.9	40750	229.07	109.08%	100%	229.07	227.97
2C	28	180.3	40770	226.17	107.70%	100%	226.17	
3C	28	175.5	40140	228.67	108.89%	100%	228.67	

FUENTE: Elaboración Propia



**Gráfico 6.** Resistencia a la Compresión de la Cantera Sacra Familia

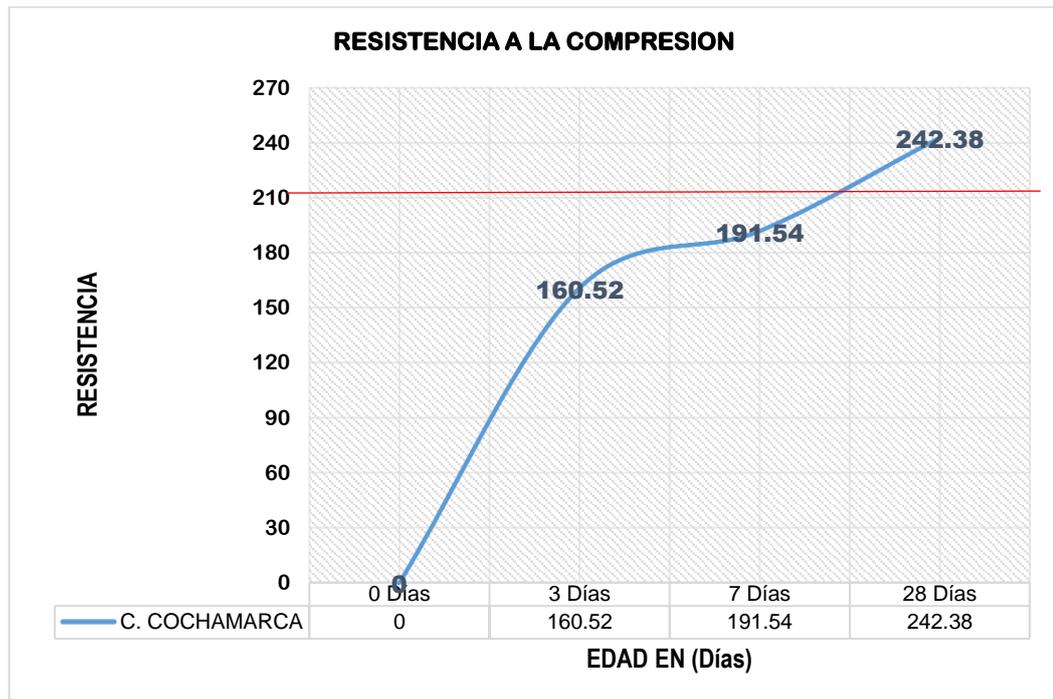
FUENTE: Elaboración Propia

## CANTERA COCHAMARCA

**Tabla 42.** Resistencia a la compresión – Cantera Cochamarca

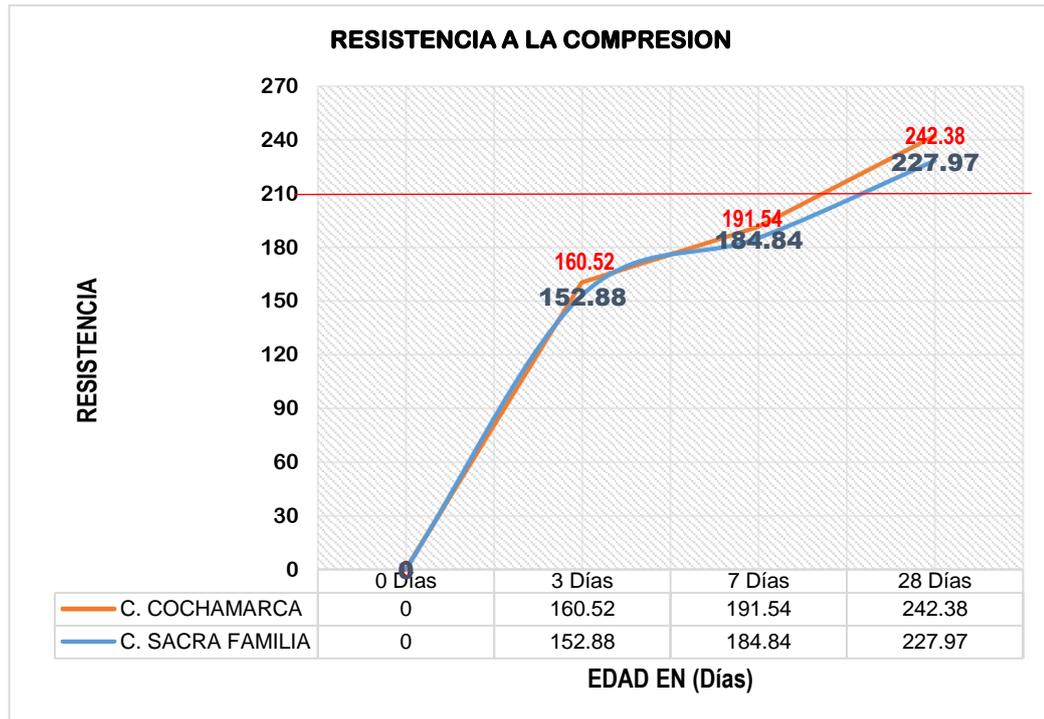
N°	EDAD (días)	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	RESISTENCIA	PROMEDIO
1A	3	180.3	28920	160.43	76.39%	70%	160.43	160.52
2A	3	173.2	28760	166.05	79.07%	70%	166.05	
3A	3	181.5	28140	155.08	73.85%	70%	155.08	
1B	7	180.3	34120	189.28	90.13%	85%	189.28	191.54
2B	7	173.2	34060	196.65	93.64%	85%	196.65	
3B	7	181.5	34240	188.69	89.85%	85%	188.69	
1C	28	180.3	42920	238.09	113.38%	100%	238.09	242.38
2C	28	173.2	42760	246.89	117.56%	100%	246.89	
3C	28	181.5	43940	242.15	115.31%	100%	242.15	

FUENTE: Elaboración Propia



**Grafico 7.** Resistencia a la Compresión de la Cantera Cochamarca

FUENTE: Elaboración Propia



**Grafico 8.** Diferencia de Resistencia a la Compresión de las Canteras  
FUENTE: Elaboración Propia

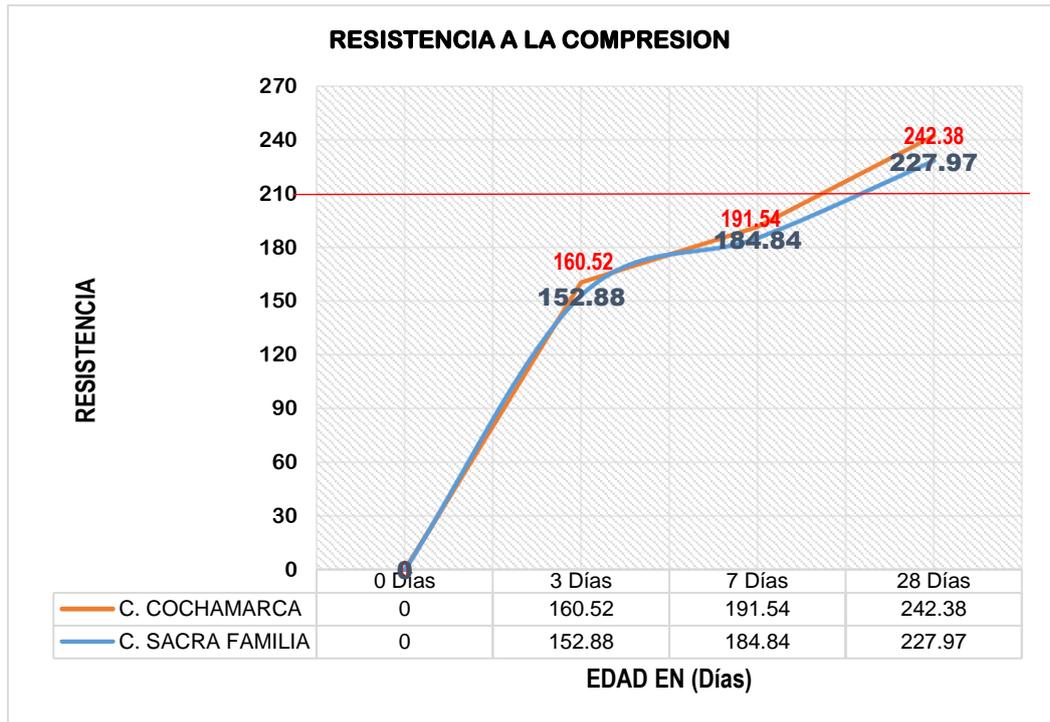
### 4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

La calidad de los agregados para la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de la cantera "Cochamarca" y "Sacrafamilia" de la provincia y región de Pasco. Es Optima.

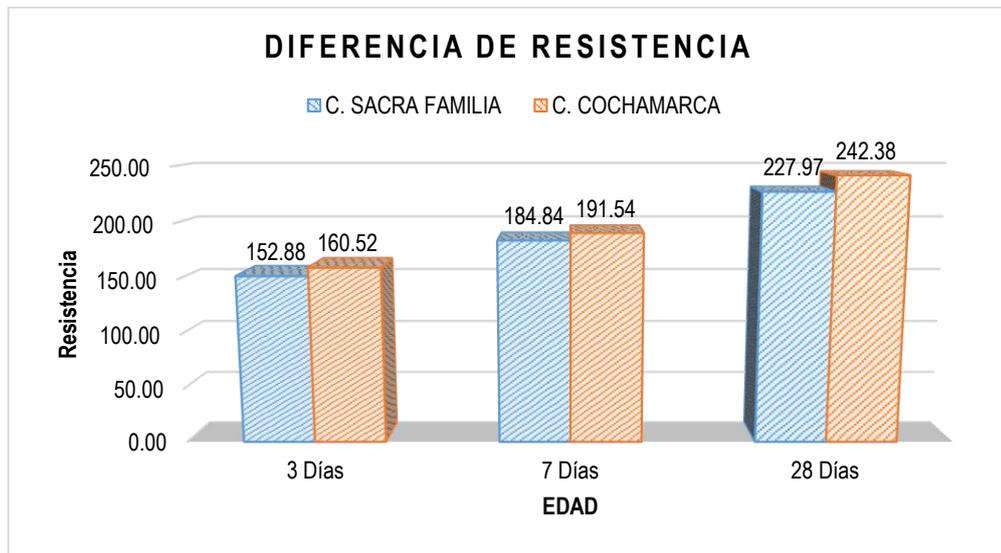
#### 4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

Mediante el Grafico 9. Se brinda la validez de la hipótesis planteada. Donde se evidencia el resultado de la calidad del agregado en la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , mediante los agregados de las canteras de "Cochamarca" y "Sacrafamilia", las cuales son óptimas, para el diseño de concreto esperado.



**Grafico 9.** Diferencia de Resistencia a la Compresión de las Canteras  
FUENTE: Elaboración Propia

#### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS



**Grafico 10.** Diferencia de Resistencia a la Compresión de las Canteras  
FUENTE: Elaboración Propia

El grafico 10. de la diferencia de la resistencia a la compresión del concreto elaborado, en base a las características de los agregados de las canteras "Cochamarca" y "Sacrafamilia". Se evidencia que las propiedades físicas del agregado procedente de las Canteras de Cochamarca, es mayor la eficiencia desarrollada en la resistencia a la compresión.

**Tabla 43.** Diferencia Porcentual de Resistencia a la Compresión

CANTERA	EDAD	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA DESEADA	% DE RESISTENCIA OBTENIDA PROMEDIO	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA PROMEDIO
C. COCHAMARCA	7	70%	76%	160.52
C. SACRA FAMILIA		70%	73%	152.88
C. COCHAMARCA	14	85%	91%	191.54
C. SACRA FAMILIA		85%	88%	184.84
C. COCHAMARCA	28	100%	115%	242.38
C. SACRA FAMILIA		100%	109%	227.97

FUENTE: Elaboración Propio

## CONCLUSIONES

- Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados son:

NOMBRE DE ENSAYO	SACRA FAMILIA		COCHAMARCA	
	RESULTADO		RESULTADO	
	A.F	A.G	A.F	A.G
P.U.S.S.	1,750	1,381	1,708	1,381
P.U.S.C.	1,874	1,556	1,932	1556
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.53	0.47	7.37	0.47
P. ESPECIFICO DE MASA	2.49	2.52	2.47	2.52
ABSORCION	2.2	1.33	2.67	1.33
% DE MATERIAL FINO Q PASA N° 200	0.5	0.04	0.6	0.14
TMN	3/4	1	1/4	1
MODULO DE FINURA	4.07	6.92	3.07	5.62

Las cuales, mediante el ensayo efectuado de resistencia a la compresión, de los concreto elaborados a partir de los agregados de las canteras en estudio. Se concluye que son aptos para el uso en la fabricación de concreto de buena calidad; siendo la cantera de Cochamarca la que alcanzo ligeramente una mayor resistencia.

- Los resultados a la compresión del concreto obtenidos a los 7, 14 y 28 días, son:

EDAD EN DIAS	SACRA FAMILIA		COCHAMARCA	
	RESULTADO		RESULTADO	
	RESISTENCIA	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
7 Días	151.17	152.88	160.43	160.52
	158.78		166.05	
	148.68		155.08	
14 Días	184.16	184.84	189.28	191.54
	182.14		196.65	
	188.22		188.69	
28 Días	229.07	227.97	238.09	242.38
	226.17		246.89	
	228.67		242.15	

- La diferencia de la resistencia a la compresión del concreto elaborado, en base a las características de los agregados de las canteras "Cochamarca" y "Sacrafamilia". Se evidencia que las propiedades físicas del agregado procedente de las Canteras de Cochamarca, es mayor la eficiencia desarrollada en la resistencia a la compresión.

CANTERA	EDAD	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA DESEADA	% DE RESISTENCIA OBTENIDA PROMEDIO	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA PROMEDIO
C. COCHAMARCA	7	70%	76%	160.52
C. SACRA FAMILIA		70%	73%	152.88
C. COCHAMARCA	14	85%	91%	191.54
C. SACRA FAMILIA		85%	88%	184.84
C. COCHAMARCA	28	100%	115%	242.38
C. SACRA FAMILIA		100%	109%	227.97

## RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta la granulometría de los agregados según la especificación ASTM C-33 al realizar la trituración de las rocas o su extracción de ríos.
- Buscar fuentes alternas de agregados y realizar los exámenes de calidad correspondientes antes que inicie la explotación, en este aspecto podría contarse con la ayuda de estudiantes de Ingeniería Civil que realizan trabajos de graduación.
- Profundizar en el estudio de estos agregados en la Provincia y Región de Pasco, ya que son utilizados por muchas personas, y esto se debe a que son la alternativa de menor precio.
- Es necesario crear conciencia en la responsabilidad que tiene el diseñador en promover el uso de estos agregados, el constructor de conocerlos y el proveedor de mantener un control de calidad.
- Es importante realizar el análisis de los agregados y tener conocimiento de sus características físicas y mecánicas para poder llevar a cabo un buen diseño de mezcla.
- Realizar una mezcla de agregados o revisar el tamizado correspondiente a fin de que la granulometría cumpla con los requisitos de usos.

## BIBLIOGRAFÍA

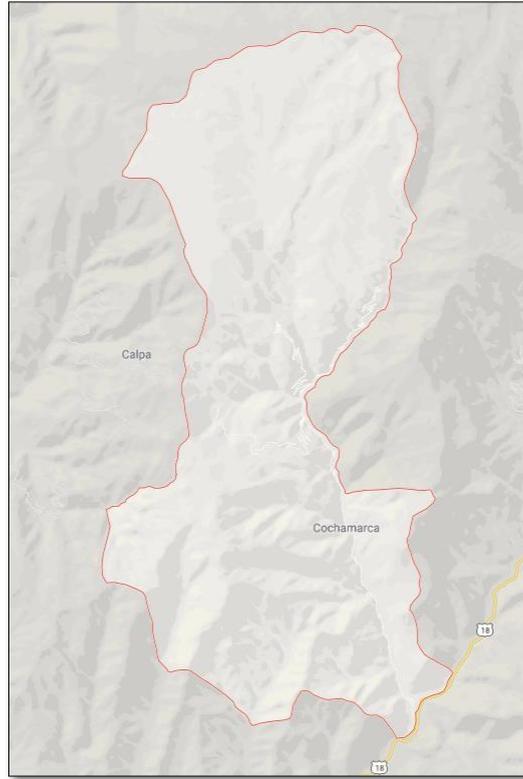
- Instituto del Concreto, 1997. Manual Tecnología y Propiedades, Asociación colombiana de productores de concreto - ASOCRETO. D Sánchez. 2 ed.
- Sexta impresión, Colombia. 215 p. León, MP; Ramírez, F. 2010. Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. Bogotá, Colombia. Ingeniería de Construcción 25(2): 215-240.
- Lezama Leiva, J. (s.f.). Tecnología del concreto. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 82 p.
- NTP 400.012. 2013. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, INDECOPI.
- NTP 400.022. 2013. Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje absorción del agregado fino. Lima, INDECOPI.
- NTP 400.017. 2011. Método de ensayo para determinar pesos volumétricos secos, sueltos y compactados. Lima, INDECOPI.
- Aranda, JR; Silva, HA. 2006. Evaluación del tamaño del agregado grueso para la determinación de la resistencia de la compresión del concreto. Tesis Ing. Civil. Chimbote, Perú, Universidad Nacional del Santa. Facultad de Ingeniería. s.p.
- Chan, JL; Solis, R; Moreno, El. 2003. Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Yucatán, México. Ingeniería 7(2): 39-46.

- Estrada, CG; Páez, R. 2014. Influencia de la morfología de los agregados en la resistencia del concreto. Tesis Ing. Civil. México, Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería. 201 p.
- Fernandez Canovas, M. 2005. Hormigón. Madrid. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 543 p.
- Gamarra, R. 2008. Influencia del perfil de agregado grueso sobre las propiedades del concreto de baja resistencia empleando portland tipo I.
- Tesis Ing. Civil. Lima, Perú, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería. s.p.
- Gamero, O. 2008. Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero wirand. Tesis Ing. Civil. Lima, Perú, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería. 53 p.
- Absalón, VM; Salas, RA. 2008. Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el estado Mérida. Tesis Ing. Civil. Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería. 115 p.
- Acosta, A; Cabrera, RD; Medina A. 2005. Influencia de la forma y la textura de los agregados gruesos en las propiedades del hormigón: Laboratorio de materiales de construcción. San Lorenzo, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería. s.p.
- Alvarado, NJ. 2010. Influencia de la morfología de pétreos: volcánicos, triturados y cantos rodados; correlacionando

matemáticamente los módulos de elasticidad, estático y dinámico, en cilindros de concreto de 10cm x 20cm.

- Tesis Ing. Civil. México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ingeniería. 173 p.
- ACI 318S (American Concrete Institute). 2008. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario, (Versión en español y en sistema métrico), Comité ACI 318.
- ACI 211 (American Concrete Institute). 1991. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, reapproved 2002, ACI Committee 211.

## **ANEXOS**



# CANTERA COCHAMARCA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.F.P. INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**

*Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]$  ^2, en la Provincia y Región de Pasco - 2019*

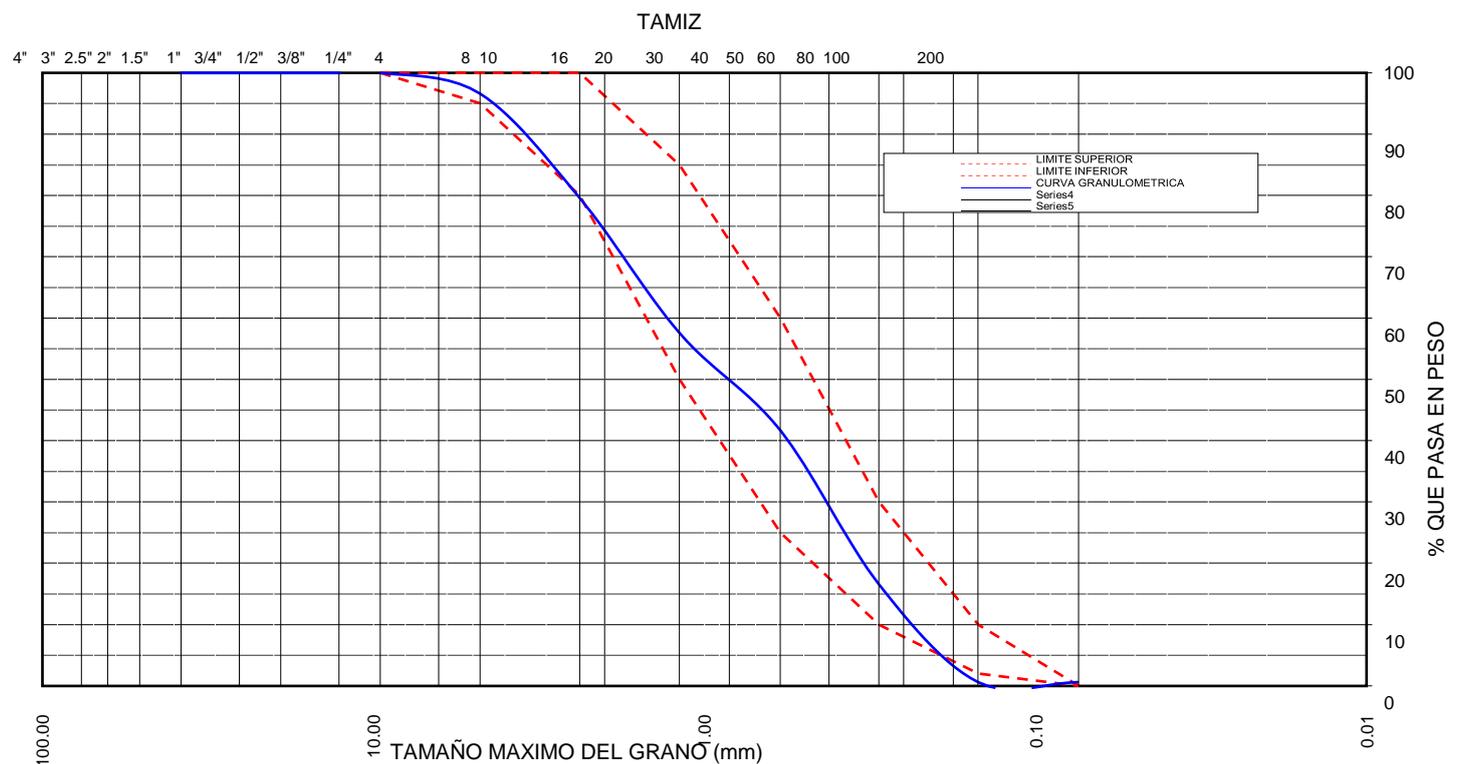
**PROYECTO:**

**ENTIDAD:** PDMG

**N° DE MUESTRA:** 01  
**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO

**CANTERA:** CANTERA COCHAMARCA  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO DE COCHAMARCA

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra	
4"	101.600		-	-		-	Peso Inicial de la Muestra (g) : 2,500.00	
3"	76.200		-	-		-	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES	
2 1/2"	63.500		-	-		-	Tamaño Máximo (Pulg):	1/4"
2"	50.800		-	-		-	Tamaño Máximo Nominal :	4"
1 1/2"	38.100		-	-		-	Peso Específico (seco gr/cm3)	2.49
1"	25.400		-	-		-	Absorción(%):	2.20%
3/4"	19.050		-	-		-	Humedad(%):	7.53%
1/2"	12.700		-	-		-	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1,750
3/8"	9.525		-	-		100.0	Peso Unitario Compacto (Kg/m3)	1,874
1/4"	6.350		-	-		-	Módulo de fineza	3.07
4	4.760	85.0	3.4	3.4	96.6	95.0	100.0	Fracción Pasa No 200 = 0.6
8	2.380	426.0	17.0	20.4	79.6	80.0	100.0	<b>OBSERVACIONES:</b>  El material está relativamente graduado y dentro de los límites indicados en la NTP 400.037 o ASTM C 33 la granulometría preferentemente debe ser uniforme y continua
10	2.000		-	20.4		-	-	
16	1.190	550.0	22.0	42.4	57.6	50.0	85.0	
20	0.840		-	42.4		-	-	
30	0.590	397.0	15.9	58.3	41.7	25.0	60.0	
40	0.420		-	58.3		-	-	
50	0.297	628.0	25.1	83.4	16.6	10.0	30.0	
60	0.250		-	83.4		-	-	
80	0.177		-	83.4		-	-	
100	0.149	399.0	16.0	99.4	0.6	2.0	10.0	
200	0.074		-	99.4		-	-	
< 200	0	15.0	0.6	100.0	-	-	-	
<b>TOTAL</b>		<b>2,500.0</b>						<b>RECOMENDACIONES:</b>  Se diseñara tomando en cuenta estos datos para el diseño del concreto.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.F.P. INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

*Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]^2$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019*

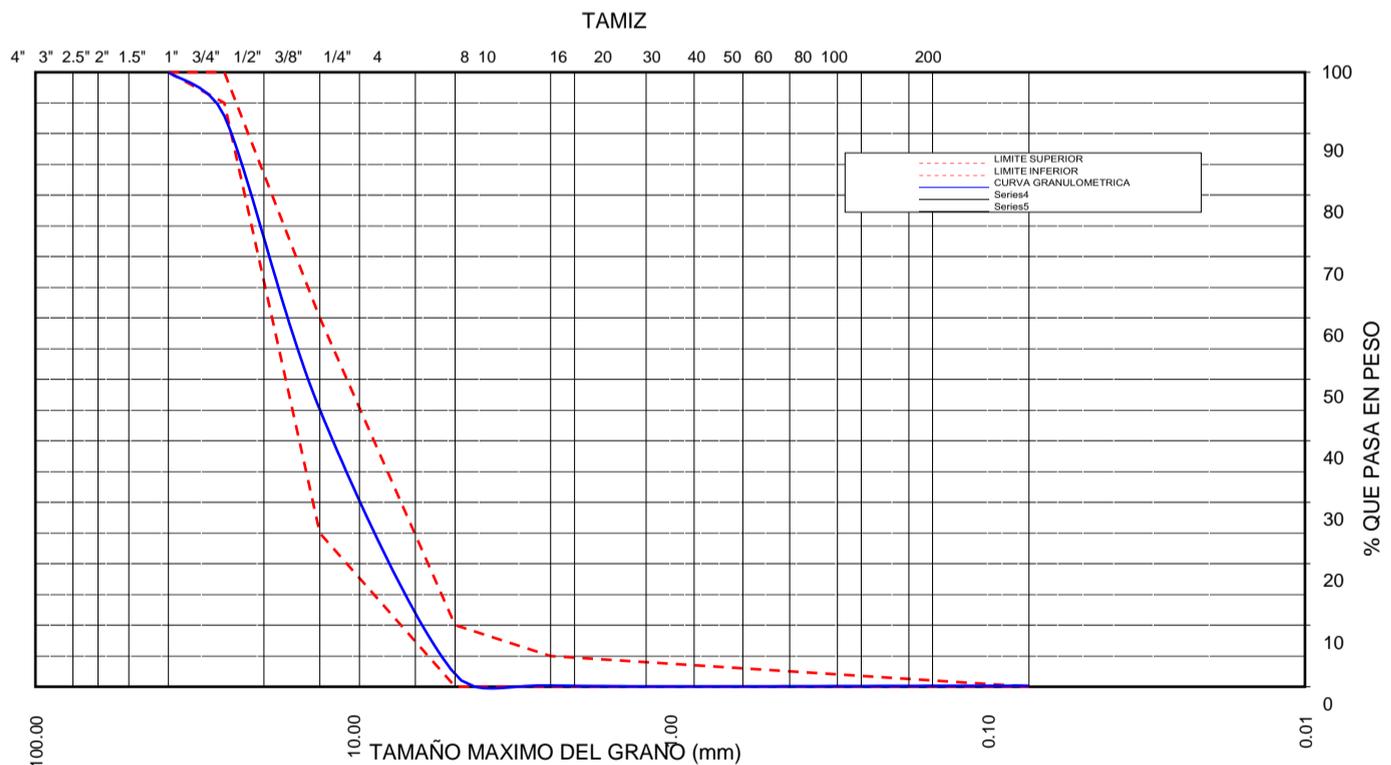
ENTIDAD:  
PDMG

PROYECTO:

N° DE MUESTRA: 01  
MATERIAL USADO PARA: CONCRETO

CANTERA: CANTERA COCHAMARCA  
UBICACIÓN: CENTRO POBLADO DE COCHAMARCA

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra		
4"	101.600		-	-		-	Peso Inicial de la Muestra (g) : <b>5,000.00</b>		
3"	76.200		-	-		-	CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES		
2 1/2"	63.500		-	-		-	Tamaño Máximo (Pulg):	1"	
2"	50.800		-	-		-	Tamaño Máximo Nominal :	3/4"	
1 1/2"	38.100		-	-		100	Peso Específico (seco gr/cm3)	2.52	
1"	25.400	356.0	7.1	7.1	92.9	95	Absorción(%):	1.33%	
3/4"	19.050		-	7.1		-	Humedad(%):	0.47%	
1/2"	12.700	2,390.0	47.8	54.9	45.1	25	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1,381	
3/8"	9.525		-	54.9		-	Peso Unitario Compacto (Kg/m3)	1,556	
1/4"	6.350		-	54.9		-	Módulo de fineza	5.62	
4	4.760	2,156.0	43.1	98.0	2.0	10.0	Fracción Pasa No 200 =	0.14 <	
8	2.380	89.0	1.8	99.8	0.2	5.0	<b>OBSERVACIONES:</b>		
10	2.000		-	99.8		-	Se ajusta al huso 57		
16	1.190		-	99.8		-	Módulo de fineza usualmente se determina para el agregado fino, pero el conocimiento del módulo de fineza del agregado grueso puede ser necesario para la aplicación de algunos métodos de proporciónamiento de mezcla		
20	0.840		-	99.8		-	<b>RECOMENDACIONES:</b>		
30	0.590		-	99.8		-	Se diseñara tomando en cuenta estos datos para el diseño del concreto.		
40	0.420		-	99.8		-			
50	0.297		-	99.8		-			
60	0.250		-	99.8		-			
80	0.177		-	99.8		-			
100	0.149	1.0	0.0	99.8	0.2	-			
200	0.074	1.0	0.0	99.9	0.1	-			
< 200	0	7.0	0.1	100.0	-	-			
#jREF!		5,000.0							



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.F.P. INGENIERIA CIVIL



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**

PROYECTO:

**ESTUDIO DEL AGREGADO FINO**

*Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]$  ^2, en la Provincia y Región de Pasco - 2019*

N° DE MUESTRA: 1

CANTERA:

CANTERA COCHAMARCA

MATERIAL USADO PARA: CONCRETO

UBICACIÓN:

COCHAMARCA

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	32.50	32.75	33.20	32.82
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	24.23	24.48	24.93	24.54
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1686	1703	1735	1708

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	35.10	35.20	35.65	35.32
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	26.83	26.93	27.38	27.04
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1916	1923	1955	1932

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	487.00	487.00	487.00	487.00
2	PPAH2O	B	gr	1284.00	1279.00	1280.00	1281.00
3	PPAH2O+PSSS	C	gr	1582.00	1582.00	1588.00	1584.00
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B+S-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.41	2.47	2.54	2.47
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.41	2.47	2.54	2.47
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(B+A-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.58	2.65	2.72	2.65

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	P <sub>MN</sub>	P <sub>MSH</sub>	W%
M - 1	500.00	466.00	7.30%
M - 2	500.00	466.00	7.30%
M - 3	500.00	465.00	7.53%
W% <sub>PROMEDIO</sub>			7.37%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	P <sub>SSS</sub>	P <sub>MSH</sub>	Ab%
M - 1	500.00	487.00	2.67%
M - 2	500.00	487.00	2.67%
M - 3	500.00	487.00	2.67%
Ab% <sub>PROMEDIO</sub>			2.67%

P<sub>MN</sub> : Peso de la Muestra Natural  
P<sub>MSH</sub> : Peso de la Muestra Seca al Horno  
P<sub>SSS</sub> : Peso de la Muestra Superficialmente Seco  
P<sub>PAH2O</sub> : Peso del picnómetro aforado lleno de agua  
P<sub>PAH2O+MSSS</sub> : Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua



# CANTERA SACRA FAMILIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.F.P. INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**

**ESTUDIO DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)**

**PROYECTO:** *Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[f^c = 210 \text{ kg/cm}^2]$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019*

**N° DE MUESTRA:** 01 **CANTERA:** CANTERA SACRA FAMILIA  
**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO **UBICACIÓN:** DISTRITO SIMON BOLIVAR

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	28.25	28.10	28.00	28.12
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.98	19.83	19.73	19.85
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1390	1380	1373	1381

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	30.00	30.15	30.00	30.05
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	21.73	21.88	21.73	21.78
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1552	1563	1552	1556

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	P <sub>MSH</sub>	A	gr	2476.00	2474.00	2478.00	2476.00
2	P <sub>SSS</sub>	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
3	P <sub>SSS</sub> SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2432.00	2428.00	2434.00	2431.33
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	913.00	913.00	913.00	913.00
5	P <sub>SSS</sub> SUMERGIDO	C	gr	1519.000	1515.000	1521.000	1518.3333
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B - C)	gr/cm <sup>2</sup>	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B - C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(A - C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.59	2.58	2.59	2.59

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	P <sub>MN</sub>	P <sub>MSH</sub>	W%
M - 1	500.00	497.00	0.60%
M - 2	500.00	498.00	0.40%
M - 3	500.00	498.00	0.40%
W% <sub>PROMEDIO</sub>			0.47%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	P <sub>SSS</sub>	P <sub>MSH</sub>	Ab%
M - 1	2500.00	2465.00	1.42%
M - 2	2500.00	2487.00	0.52%
M - 3	2500.00	2450.00	2.04%
Ab% <sub>PROMEDIO</sub>			1.33%

*P<sub>MN</sub>* : Peso de la Muestra Natural  
*P<sub>MSH</sub>* : Peso de la Muestra Seca al Horno  
*P<sub>SSS</sub>* : Peso de la Muestra Superficialmente Seco

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.F.P. INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO**

Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]$  en la Provincia y Región de Pasco - 2019

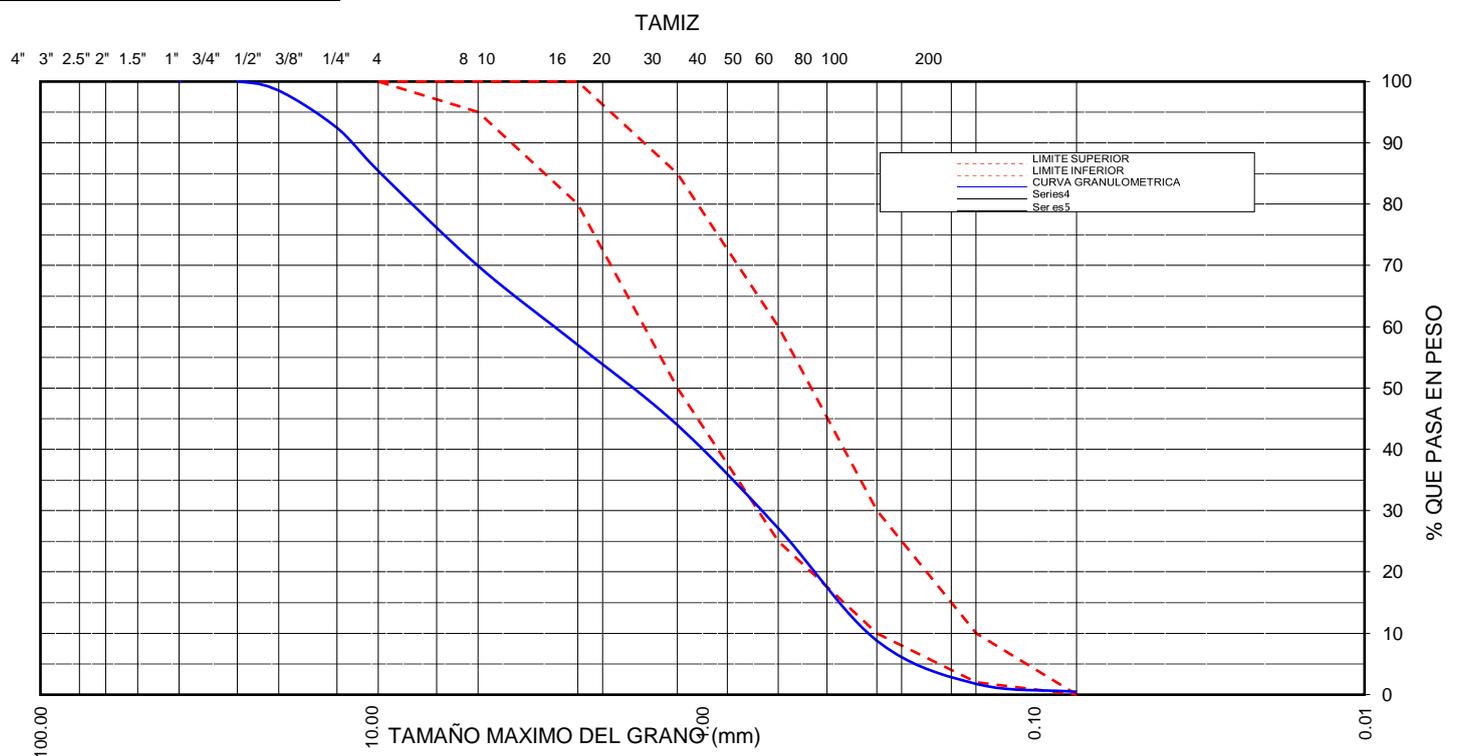
**PROYECTO:**

**ENTIDAD:** PDMG

**N° DE MUESTRA:** 01  
**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO  
**FECHA DE MUESTRO:** 20/07/2019

**CANTERA:** CANTERA SACRAFAMILIA  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE SIMON BOLIVAR  
**FECHA DEL ENSAYO:** 21/07/2019

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra	
4"	101.600		-	-		-	Peso Inicial de la Muestra (g) : 1,776.00	
3"	76.200		-	-		-	CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES	
2 1/2"	63.500		-	-		-	Tamaño Máximo (Pulg):	3/4 "
2"	50.800		-	-		-	Tamaño Máximo Nominal :	1/2"
1 1/2"	38.100		-	-		-	Peso Específico (seco gr/cm3)	2.49
1"	25.400		-	-		-	Absorción(%):	2.20%
3/4"	19.050	26.0	1.5	1.5	98.5	-	Humedad(%)	7.53%
1/2"	12.700	108.0	6.1	7.5	92.5	-	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1,750
3/8"	9.525	125.0	7.0	14.6	85.4	100.0	Peso Unitario Compacto (Kg/m3)	1,874
1/4"	6.350		-	14.6		-	Módulo de fineza	4.07
4	4.760	275.0	15.5	30.1	69.9	95.0	Fracción Pasa No 200 =	0.5
8	2.380	229.0	12.9	43.0	57.0	80.0	<b>OBSERVACIONES:</b>	
10	2.000		-	43.0		-	El material no está graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.037 o ASTM C 33 la granulometría preferentemente debe ser uniforme y continua	
16	1.190	232.0	13.1	56.0	44.0	50.0	Módulo de fineza sobrepasa el rango de 2.3 los cuales no son normales, por lo cual se dirá que el agregado fino es muy grueso.	
20	0.840		-	56.0		-	<b>RECOMENDACIONES:</b>	
30	0.590	299.0	16.8	72.9	27.1	25.0	Se diseñara tomando en cuenta estos datos para el diseño del concreto.	
40	0.420		-	72.9		-		
50	0.297	326.0	18.4	91.2	8.8	10.0		
60	0.250		-	91.2		-		
80	0.177		-	91.2		-		
100	0.149	125.0	7.0	98.3	1.7	2.0		
200	0.074	23.0	1.3	99.5	0.5	-		
< 200	0	3.0	0.2	99.7	0.3	-		
<b>TOTAL</b>		<b>1,771.0</b>						



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.F.P. INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

*Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]$  ^2, en la Provincia y Región de Pasco - 2019*

**ENTIDAD:** PDMG

**PROYECTO:**

**N° DE MUESTRA:** 01

**CANTERA:** CANTERA SACRA FAMILIA

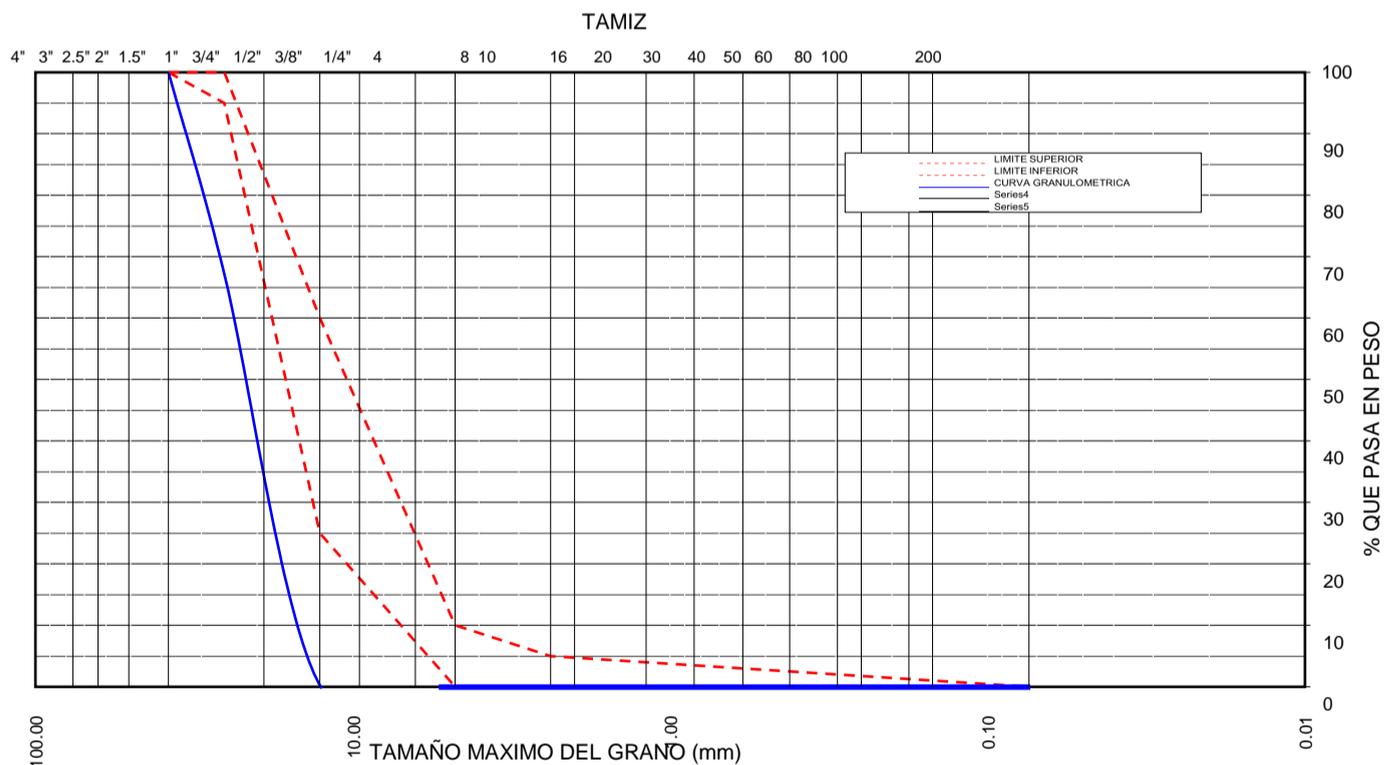
**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE SIMON BOLIVAR

**FECHA DE MUESTRO:** 20/07/2019

**FECHA DEL ENSAYO:** 21/07/2019

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (g)	% Ret.	%Ret. Acum.	% Q' Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra		
4"	101.600		-	-		-	Peso Inicial de la Muestra (g) : 2,271.00		
3"	76.200		-	-		-	CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES		
2 1/2"	63.500		-	-		-	ESPECIFICACION		
2"	50.800	-	-	-		-	Tamaño Máximo (Pulg):	1"	
1 1/2"	38.100	-	-	-		100	Tamaño Máximo Nominal :	3/4"	
1"	25.400	746.0	32.8	32.8	67.2	95	Peso Específico (seco gr/cm3)	2.52	
3/4"	19.050	1,348.0	59.4	92.2	7.8	100	Absorción(%)	1.33%	
1/2"	12.700	172.0	7.6	99.8	0.2	25	Humedad(%)	0.47%	
3/8"	9.525	1.0	0.0	99.8	0.2	60	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1,381	
1/4"	6.350	-	-	99.8	-	-	Peso Unitario Compacto (Kg/m3)	1,556	
4	4.760	-	-	99.8	-	10.0	Módulo de fineza	6.92	
8	2.380	-	-	99.8	-	5.0	Fracción Pasa No 200 =	0.04 <	
10	2.000	-	-	99.8	-	-	<b>OBSERVACIONES:</b>		
16	1.190	-	-	99.8	-	-	No se ajusta al huso 57		
20	0.840	-	-	99.8	-	-	Módulo de fineza usualmente se determina para el agregado fino, pero el conocimiento del módulo de fineza del agregado grueso puede ser necesario para la aplicación de algunos métodos de proporciónamiento de mezcla		
30	0.590	1.0	0.0	99.9	0.1	-	<b>RECOMENDACIONES:</b>		
40	0.420	-	-	99.9	-	-	Se diseñara tomando en cuenta estos datos para el diseño del concreto.		
50	0.297	-	-	99.9	-	-			
60	0.250	-	-	99.9	-	-			
80	0.177	-	-	99.9	-	-			
100	0.149	1.0	0.0	99.9	0.1	-			
200	0.074	1.0	0.0	100.0	0.0	-			
< 200	0	1.0	0.0	100.0	-	-			
#REF!		2,271.0							



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.F.P. INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO:** LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO  
ESTUDIO DEL AGREGADO FINO

*Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]]^2$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019*

**N° DE MUESTRA:** 01 **CANTERA:** CANTERA SACRA FAMILIA  
**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO **UBICACIÓN:** DISTRITO DE SIMON BOLIVAR

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	33.40	33.35	33.45	33.40
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	25.15	25.10	25.20	25.15
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1750	1747	1754	1750

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.25	8.25	8.25	8.25
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	34.55	34.40	34.50	34.48
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	26.30	26.15	26.25	26.23
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1879	1868	1875	1874

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	488.80	489.20	489.70	489.23
2	PPAH2O	B	gr	1055.00	1056.00	1056.00	1055.67
3	PPAH2O+PSSS	C	gr	1359.00	1360.00	1359.00	1359.33
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B+S-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.49	2.50	2.49	2.49
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.49	2.50	2.49	2.49
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(B+A-C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.65	2.64	2.62	2.64

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	P <sub>MN</sub>	P <sub>MSH</sub>	W%
M - 1	500.00	463.00	7.99%
M - 2	500.00	467.00	7.07%
M - 3	500.00	465.00	7.53%
W% <sub>PROMEDIO</sub>			7.53%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	P <sub>PSSS</sub>	P <sub>PMSH</sub>	Ab%
M - 1	500.00	488.80	2.29%
M - 2	500.00	489.20	2.21%
M - 3	500.00	489.70	2.10%
Ab% <sub>PROMEDIO</sub>			2.20%

*P<sub>MN</sub>* : Peso de la Muestra Natural  
*P<sub>MSH</sub>* : Peso de la Muestra Seca al Horno  
*P<sub>PSSS</sub>* : Peso de la Muestra Superficialmente Seco P  
*P<sub>PAH2O</sub>* : Peso del picnómetro aforado lleno de agua  
*P<sub>PAH2O+MSSS</sub>* : Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua

# **DISEÑO DE MEZCLA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.F.P. INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**

**ESTUDIO DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)**

**PROYECTO:** Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $[f^c = 210 \text{ kg/cm}^2]^2$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019

**N° DE MUESTRA:** 01 **CANTERA:** CANTERA SACRA FAMILIA  
**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO **UBICACIÓN:** DISTRITO DE SIMON BOLIVAR

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	28.25	28.10	28.00	28.12
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.98	19.83	19.73	19.85
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1390	1380	1373	1381

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	30.00	30.15	30.00	30.05
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	21.73	21.88	21.73	21.78
4	VOLÚMEN DEL RECIPIENTE	C	m <sup>3</sup>	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m <sup>3</sup>	1552	1563	1552	1556

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	P <sub>M<sub>SH</sub></sub>	A	gr	2476.00	2474.00	2478.00	2476.00
2	P <sub>S<sub>SS</sub></sub>	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
3	P <sub>S<sub>SS</sub></sub> SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2432.00	2428.00	2434.00	2431.33
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	913.00	913.00	913.00	913.00
5	P <sub>S<sub>SS</sub></sub> SUMERGIDO	C	gr	1519.000	1515.000	1521.000	1518.3333
CÁLCULO							
5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B - C)	gr/cm <sup>2</sup>	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B - C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.52	2.51	2.53	2.52
6	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(A - C)	gr/cm <sup>3</sup>	2.59	2.58	2.59	2.59

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	P <sub>MN</sub>	P <sub>M<sub>SH</sub></sub>	W%
M - 1	500.00	497.00	0.60%
M - 2	500.00	498.00	0.40%
M - 3	500.00	498.00	0.40%
W% <sub>PROMEDIO</sub>			0.47%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	P <sub>S<sub>SS</sub></sub>	P <sub>M<sub>SH</sub></sub>	Ab%
M - 1	2500.00	2465.00	1.42%
M - 2	2500.00	2487.00	0.52%
M - 3	2500.00	2450.00	2.04%
Ab% <sub>PROMEDIO</sub>			1.33%

P<sub>MN</sub>: Peso de la Muestra Natural  
P<sub>M<sub>SH</sub></sub>: Peso de la Muestra Seca al Horno  
P<sub>S<sub>SS</sub></sub>: Peso de la Muestra Superficialmente Seco

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.F.P. INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**  
**DISEÑO DE MEZCLA (f'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>)**

**PETICIONARIO:** PDMG      **PROYECTO:** *Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $\{f'c=210 \text{ kg/cm}^2\}^2$ , en la Provincia y Región de Pasco -2019*

**INFORME N°:** ZISAC-09-01-2018      **CANTERA:** SACRA FAMILIA  
**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO      **UBICACIÓN:** DISTRITO DE SIMON BOLIVAR

**CEMENTO:** ANDINO TIPO V  
**Peso específico:** 3.17 gr/cm<sup>3</sup>

**AGREGADO FINO**

ARENA GRUESA  
CANTERA - SACRA FAMILIA

**Peso específico:** 2.49 gr/cm<sup>3</sup>  
**Peso unitario suelto:** 1.75 Kg/m<sup>3</sup>  
**Peso unitario compactado:** 1.874 Kg/m<sup>3</sup>  
**Absorción:** 2.20 %  
**Humedad:** 7.53 %  
**Modulo de Fineza:** 4.07

**GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO**

MALLA	% Retenido
3/8"	7.00
N° 04	15.50
N° 08	12.90
N° 16	13.10
N° 30	16.80
N° 50	18.40
N° 100	7.00
N° 200	23.00
FONDO	3.00

**AGREGADO GRUESO**

PIEDRA CHANCADA DE 1"  
CANTERA - QUIULACocha

**Peso específico:** 2.52 gr/cm<sup>3</sup>  
**Peso unitario suelto:** 1.381 Kg/m<sup>3</sup>  
**Peso unitario compactado:** 1.556 Kg/m<sup>3</sup>  
**Absorción:** 1.33 %  
**Humedad:** 0.47 %  
**Tamaño Maximo Nominal:** 1"

**GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO**

MALLA	% Retenido
1 1/2"	-
1"	32.80
3/4"	59.40
1/2"	7.60
3/8"	-
N° 4	-
FONDO	-

# **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.F.P. INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO**  
**DISEÑO DE MEZCLA ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ )**

*Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $\llbracket f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \rrbracket^2$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019*

**PETICIONARIO:** PDMG

**PROYECTO:** Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $\llbracket f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \rrbracket^2$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019

**INFORME N°:** ZISAC-09-01-2019

**CANTERA:** SACRA FAMILIA

**MATERIAL USADO PARA:** CONCRETO

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE SIMON BOLIVAR

**DOSIFICACIÓN ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CON USO DE INCORPORADOR DE AIRE Y PLASTIFICANTE**

ASENTAMIENTO	:	4 "
FACTOR CEMENTO	:	8.75 bc/m <sup>3</sup>
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.419
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.47
PROPORCIÓN EN PESO	:	1: 2.29: 2.38: 34.51ml: 630ml /17.94 lt
PROPORCIÓN EN VOLUMEN	:	1: 2.50: 2.00: 34.51ml: 630ml /17.94 lt
PROPORCIÓN POR BOLSA	:	42.5 kg : 97.33 kg: 101.15 kg: 17.94 lt 0.03 kg 0.63 lt
		C: Pd: Ar: Aditivo 01: Aditivo 02 / AGUA

**CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CÚBICO**

CEMENTO	:	372 kg	ANDINO TIPO V
AGUA	:	175 Lt	AGUA CHAMPAMARCA
PIEDRA	:	845 kg	CANTERA QUIULACOCHA
ARENA	:	890 kg	CANTERA SACRA FAMILIA
ADITIVO 01	:	0.262 Lt	SIKA AER
ADITIVO 02	:	5.46 lt	SIKA 3

**CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

CEMENTO	:	372 kg	ANDINO TIPO V
AGUA	:	156 lt	AGUA CHAMPAMARCA
PIEDRA	:	849 kg	CANTERA QUIULACOCHA
ARENA	:	936 kg	CANTERA SACRA FAMILIA
ADITIVO 01	:	0.262 Lt	SIKA AER
ADITIVO 02	:	5.46 lt	SIKA 3

**CONCLUSIONES:**

- \* MUESTRA E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO
- \* LOS ESTUDIOS DE GRANULOMETRIA NO CUMPLE CON LA GRADACIÓN REQUERIDA. SIN EMBARGO, SE TIENE UNA MEJOR GRADACIÓN AL COMBINAR LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO.

**RECOMENDACIONES:**

- \* EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD
- \* REALIZAR EL CURADO SEGÚN SE REQUIERA, DEBIDO AL TIEMPO DE FRAGUA O A LA PRESENCIA DE FISURAS
- \* REALIZAR EL DISEÑO DE MEZCLA CON UN INICIAL DE AGUA 75% DEL MAXIMO DE DISEÑO E IR AGREGANDO LA CANTIDAD DEL AGUA EN CAMPO PARA EL SLUMP REQUERIDO.
- \* EL DISEÑO SE HA DE REALIZAR ENTRE UNA TEMPERATURA MEDIA DE 10°C A 18°C, PARA EVITAR PROBLEMAS DE FALSO FRAGUADO Y FISURACIÓN A TEMPRANA EDAD.

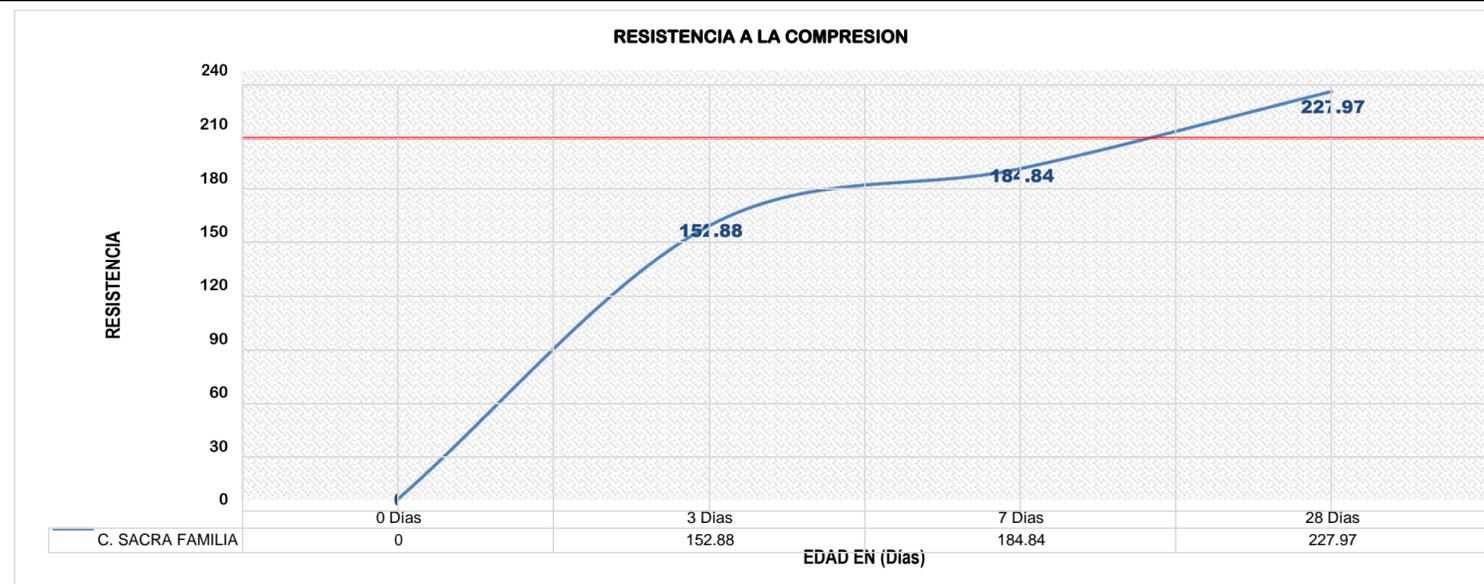
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
 ASTM C-39-NTP 339.034

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

OBRA :	Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ MEDRANO
SOLICITANTE :	Peter Denis MARCELO GONDRA	ING.RESP. :	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN :	C. SACRA FAMILIA	FECHA :	27/08/2018
		FORMATO :	

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 *Kg/cm<sup>2</sup>*

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	OBSERVACIONES	RESISTENCIA	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
1A	30/07/2018	02/08/2018	3	15.2	15.1	15.15	29.9	30.0	29.95	1.98	OK	180.3	27250	151.17	71.98%	70%	SI CUMPLE	151.17	152.88
2A	30/07/2018	02/08/2018	3	14.8	14.9	14.85	30.4	30.4	30.40	2.05	OK	173.2	27500	158.78	75.61%	70%	SI CUMPLE	158.78	
3A	30/07/2018	02/08/2018	3	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	26980	148.68	70.80%	70%	SI CUMPLE	148.68	
1B	30/07/2018	06/08/2018	7	15.5	15.5	15.5	29.9	30.0	29.95	1.93	OK	188.7	34750	184.16	87.70%	85%	SI CUMPLE	184.16	184.84
2B	30/07/2018	06/08/2018	7	15.2	15.9	15.55	30.4	30.4	30.40	1.95	OK	189.9	34590	182.14	86.73%	85%	SI CUMPLE	182.14	
3B	30/07/2018	06/08/2018	7	14.8	15.1	14.95	29.8	30.00	29.90	2.00	OK	175.5	33040	188.22	89.63%	85%	SI CUMPLE	188.22	
1C	30/07/2018	27/08/2018	28	15.1	15.00	15.05	29.9	30.0	29.95	1.99	OK	177.9	40750	229.07	109.08%	100%	SI CUMPLE	229.07	227.97
2C	30/07/2018	27/08/2018	28	15.2	15.1	15.15	30.4	30.4	30.40	2.01	OK	180.3	40770	226.17	107.70%	100%	SI CUMPLE	226.17	
3C	30/07/2018	27/08/2018	28	15.0	14.9	14.95	29.8	30.00	29.90	2.00	OK	175.5	40140	228.67	108.89%	100%	SI CUMPLE	228.67	



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS**  
**ASTM C-39-NTP 339.034**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia” y su influencia en la resistencia a la compresión de $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]^2$ , en la Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	Arq. German RAMIREZ MEDRANO
SOLICITANT :	Peter Denis MARCELO GONDRA	ING.RESP.	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN :	C. COCHAMARCA	FECHA	27/08/2018
		FORMATO	

RESISTENCIA DE DISEÑO      210      *Kg/cm<sup>2</sup>*

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	OBSERVACIONES	RESISTENCIA	PROMEDIO
				N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
1A	30/07/2018	02/08/2018	3	15.2	15.1	15.15	29.9	30.0	29.95	1.98	OK	180.3	28920	160.43	76.39%	70%	SI CUMPLE	160.43	160.52
2A	30/07/2018	02/08/2018	3	14.8	14.9	14.85	30.4	30.4	30.40	2.05	OK	173.2	28760	166.05	79.07%	70%	SI CUMPLE	166.05	
3A	30/07/2018	02/08/2018	3	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	28140	155.08	73.85%	70%	SI CUMPLE	155.08	
1B	30/07/2018	06/08/2018	7	15.2	15.1	15.15	29.9	30.0	29.95	1.98	OK	180.3	34120	189.28	90.13%	85%	SI CUMPLE	189.28	191.54
2B	30/07/2018	06/08/2018	7	14.8	14.9	14.85	30.4	30.4	30.40	2.05	OK	173.2	34060	196.65	93.64%	85%	SI CUMPLE	196.65	
3B	30/07/2018	06/08/2018	7	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	34240	188.69	89.85%	85%	SI CUMPLE	188.69	
1C	30/07/2018	27/08/2018	28	15.2	15.1	15.15	29.9	30.0	29.95	1.98	OK	180.3	42920	238.09	113.38%	100%	SI CUMPLE	238.09	242.38
2C	30/07/2018	27/08/2018	28	14.8	14.9	14.85	30.4	30.4	30.40	2.05	OK	173.2	42760	246.89	117.56%	100%	SI CUMPLE	246.89	
3C	30/07/2018	27/08/2018	28	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	43940	242.15	115.31%	100%	SI CUMPLE	242.15	

